تماريـن

تمـريــن 1:

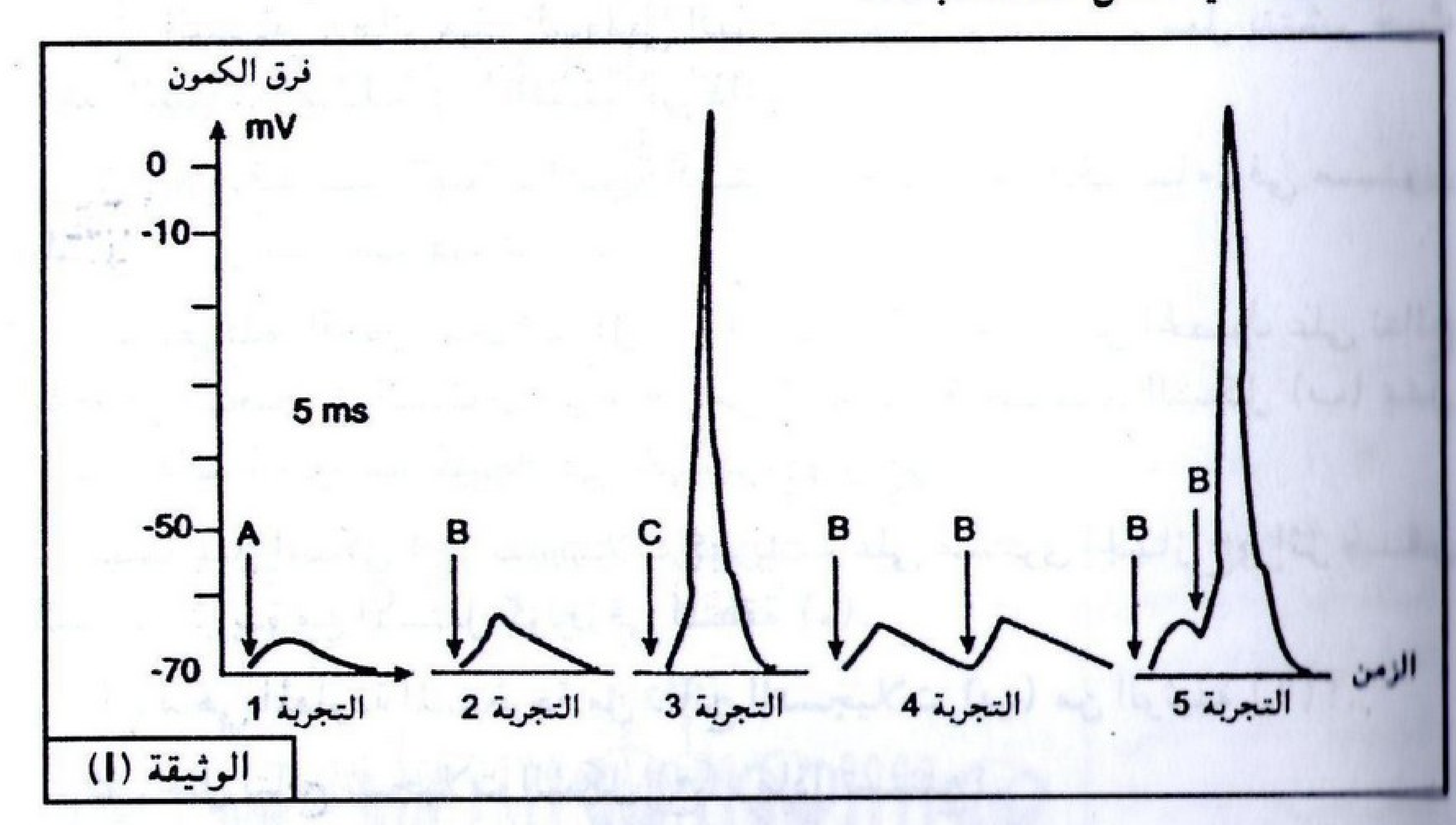
في المنعكس العضلي يتدخل عصبون حركي واحد، هذا العصبون الحركي يتلقى عن طريق عدة ألياف عصبية جابذة (ألياف من النمط 1) معلومات آتية من العضلة التي يعصبها، فهو يتلقى أيضا ألياف عصبية آتية من عضلات متضادة (متعاكسة) عن طريق ألياف عصبية جابذة أخرى (ألياف من النمط 2). يدخل إلكترود مجهري في الجسم الخلوي لهذا العصبون الحركي وهذا الإلكترود متصل بجهاز يسمح بتتبع مستمر للحالة الكهربائية للسيتوبلازم.

السلسلة الأولى من التجارب: تنبيه الألياف من النمط 1.

سجلنا إستجابات العصبون الحركي لتنبيهات الألياف من النمط 1 بشدات متزايدة A < B < C (التجارب 1، 2، 3 من الوثيقة I)، في حين التجارب 4 و 5 من نفس الوثيقة تتمثل في تنبيه نفس الألياف بتنبيهين متقاربين بشدة B بزمن متباعد، التسجيلات المحصل عليها هي إستجابات لنفس العصبون الحركي.

1 ـ فسر هذه التسجيلات الكهربائية؟.

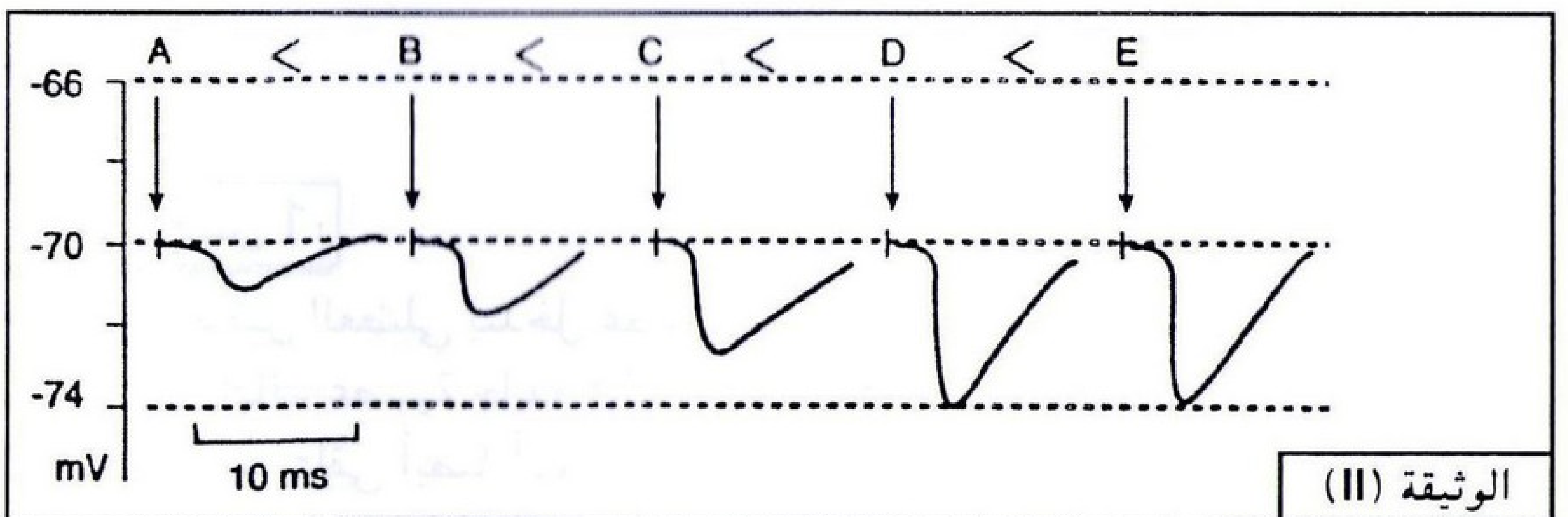
2 ـ حدد آلية عمل هذا المشبك؟.



الوثيقة (I)

السلسلة الثانية من التجارب: تنبيه الألياف من النمط 2.

تنبه الألياف من النمط 2 بشدات متزايدة، إن إستجابات العصبون الحركي ممثلة في الوثيقة II.



3 ـ ماذا تبين التسجيلات المحصل عليها ؟.

ـ حدد نوع المشابك المعنية.

4 ـ قدر الزمن الضائع الملاحظ في كل سلسلة من التجارب.

ـ قارن بينهما واقترح تفسيرا للإختلاف الملاحظ.

5 ـ أنجز رسما تخطيطيا للشبكة العصبونية المتدخلة في المنعكس الناتج عن التمدد المفاجئ لعضلة الساق ونتيجة تنبيه الوتر العضلي.

تمرين 2:

ـ إن التنبيه الفعال لليف العصبي القبل مشبكي يولد كمون عمل ينتشر حيث تلعب القنوات الفولطية دورا أساسيا في ذلك.

نريد معرفة عمل القنوات المبوبة كيميائيا (المرتبطة بالكيمياء) في مستوى المشابك، من أجل ذلك نقوم بمايلي:

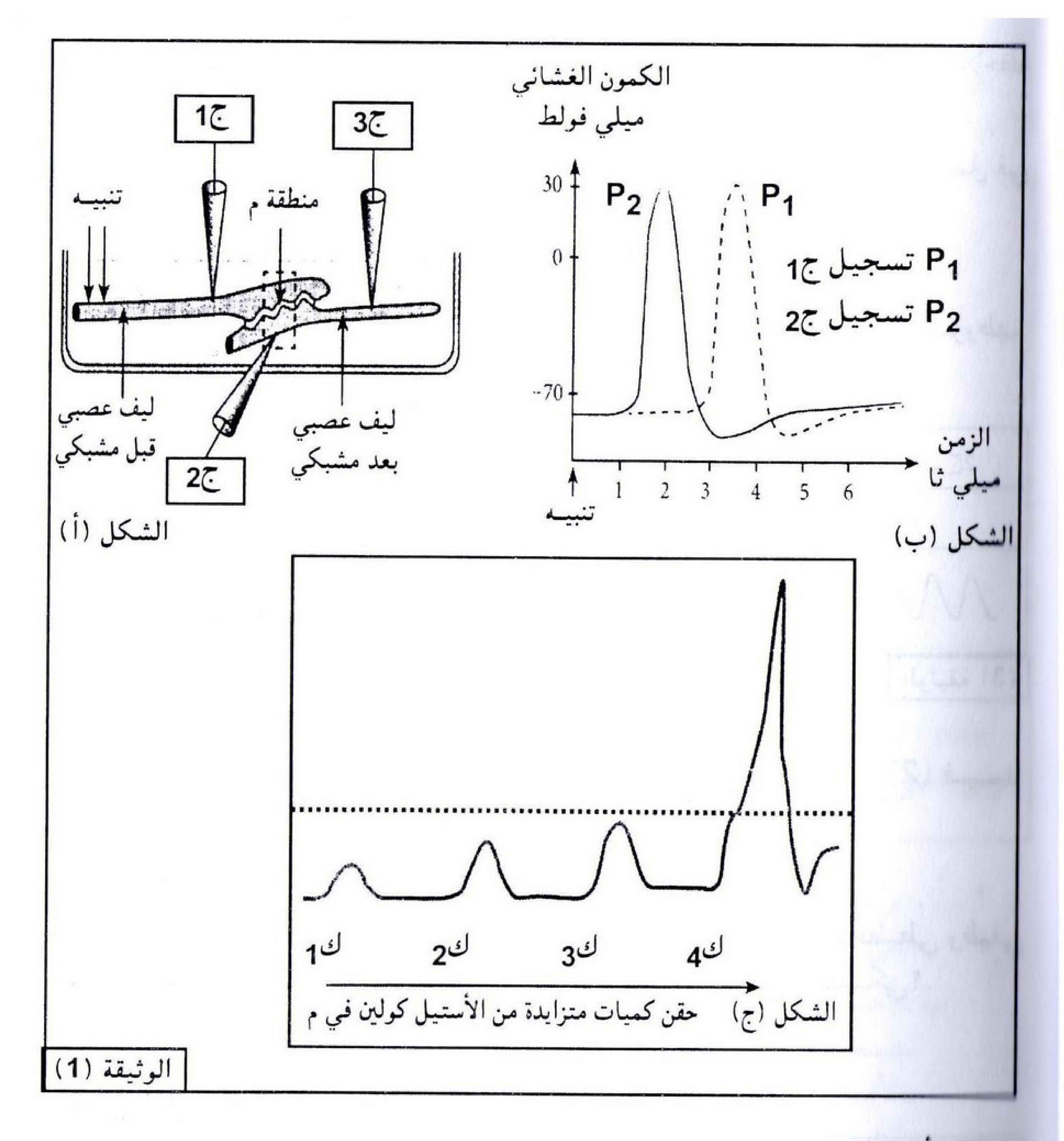
I ـ المرحلة الأولى: يبين الشكل (أ) التركيب الذي مكننا من الحصول على نتائج ممثلة في منحنيات الشكلين (ب و ج) من الوثيقة **1** حيث: الشكل (ب) يمثل التسجيلات الكهربائية المسجلة في الجهازين ج1 و ج2.

بينما يمثل الشكل (ج) تسجيلات كهربائية على مستوى الجهاز ج3 إثر حقن كميات متزايدة من الأستيل كولين في المنطقة (م).

1 ـ ماهي المعلومة المستخرجة من نتائج التسجيلات (ب) من الوثيقة (**1**)؟.

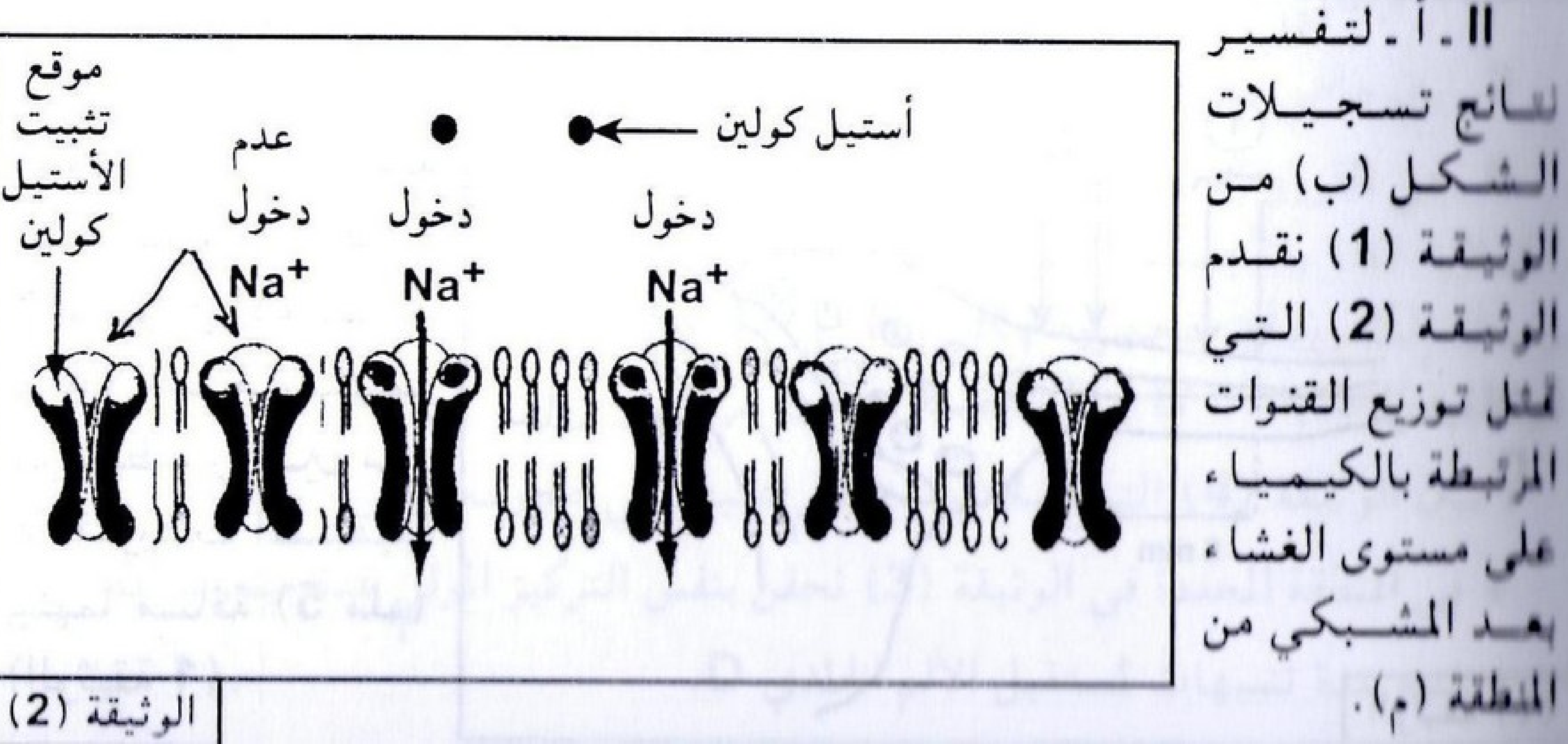
2 ـ حلل نتائج تسجيلات الشكل (ج)، ماذا تستنتج؟.

3 ـ يؤدي تنبيه متزايد الشدة في مستوى الليف قبل المشبكي من الشكل (أ) إلى الحصول على نفس تسجيلات الشكل (ج) من الوثيقة (**1**)، ماهي المعلومة المستخلصة من ذلك؟.



الوثيقة (1)

II ـ أ ـ لتفسير نتائج تسجيلات الشكل (ب) من الوثيقة (**1**) نقدم الوثيقة (**2**) التي تمثل توزيع القنوات المرتبطة بالكيمياء على مستوى الغشاء بعد المشبكي من المنطقة (م).



الوثيقة (2)

1 ـ بالإعتماد على معطيات الوثيقة (2)، فسر إختلاف سعة التسجيلات الملاحظة في الشكل (ج) من الوثيقة (1)؟.

2 ـ أدى حـقن ك4 من الأستيل كولين في المنطقة (م) إلى ظهور كمون عمل في ج2 و ج3، هل يؤدي حقن الكمية ك3 إلى نفس النتائج؟ علل إجابتك.

ب ـ وكمرحلة ثانية نقدم النتائج التجريبية التالية:

في تركيب تجريبي مماثل للشكل (أ) من الوثيـقـة (1) حـقـقت تجـارب شـروطهـا ونتائجها ممثلة في جدول الوثيقة (3).

التجربة	الشروط التجريبية	النتائج في ج2
1	ننبه الغشاء قبل مشبكي تنبيها فعالا	
2	نعيد التجربة 1 لكن نحقن في الشق المشبكي للمنطقة م مادة Pilocarpine المثبطة لإنزيم الأستيلكولين إستراز	

الوثيقة (3)

1 ـ قارن بين نتائج التجربتين، ماذا تستنتج؟.

2 ـ ماهي المعلومات المستخرجة من مقارنة نتائج التجربتين (1) و (2) فيـمـا يخص تأثير الأستيل كولين في الحالة الطبيعية، علل؟.

3 ـ فسر إذا نتائج التسجيل P_2 من الشكل (ب) للوثيقة (1).

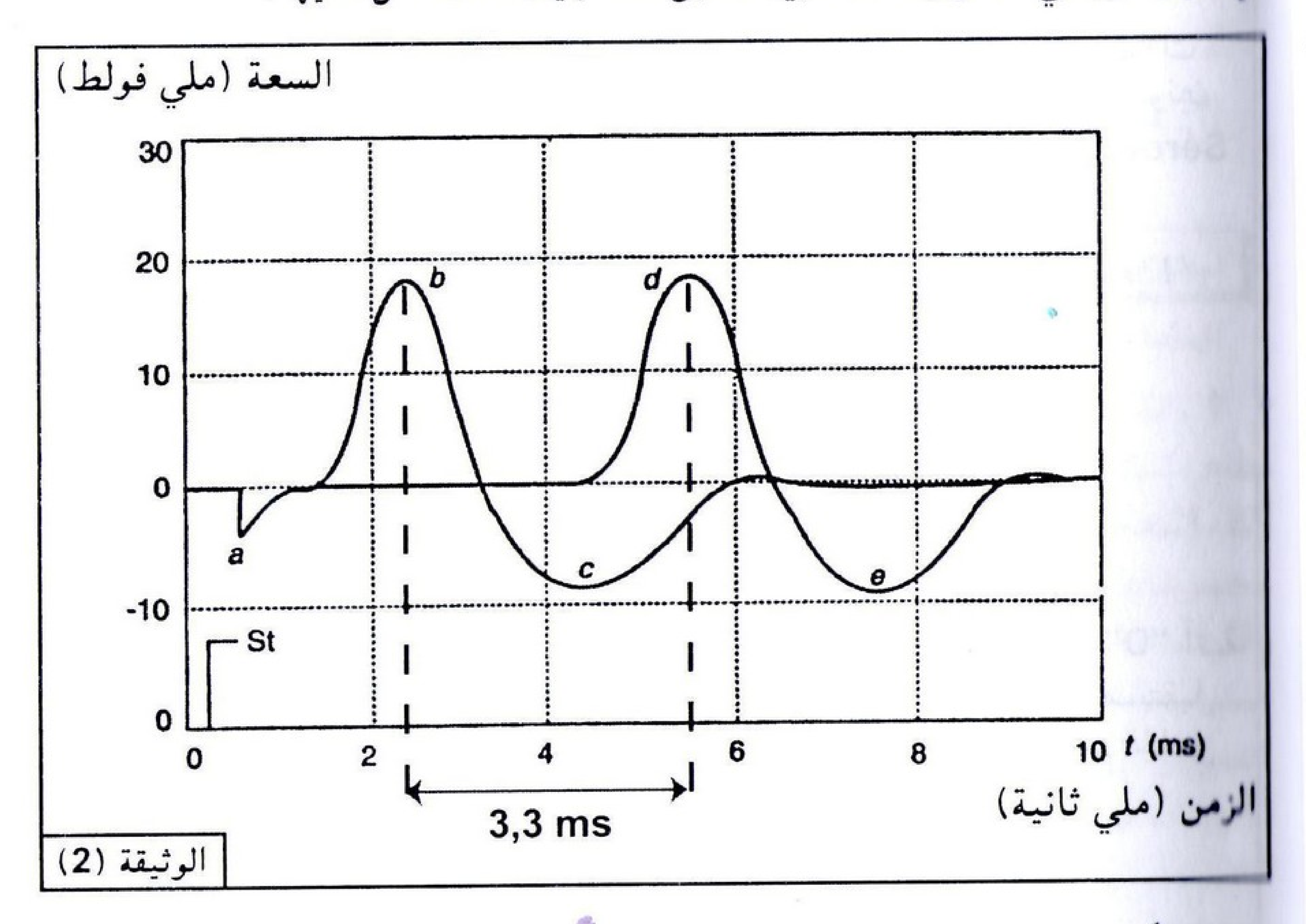
III) ترجم المعلومات المستخلصة من هذه الدراسة على شكل رسم تخطيطي وظيفي تبرز فيه عمل القنوات النوعية المرتبطة بالكيمياء على الغشاء بعد المشبكي؟.

تمريـن 3:

I ـ بتنبيه فعال ننبه مجموعة من الألياف العصبية D المسؤولة عن الإنتقال البطيئ لألم طويل الأمد: نسجل إستجابتيهما بواسطة زوجين من الإلكترودات المستقبلة بينهما مسافة (5 ملم) (الوثيقة 1).

الوثيقة (1)

توضع هذه الإلكترودات المستقبلة على سطح الألياف وهي متصلة بجهاز راسم الإهتزاز المهبطي، (الوثيقة 2) تبين تطابق التسجيلات المحصل عليها.



الوثيقة (2)

1 ـ أ ـ بواسطة حروف a ، b ، c ، d ، e المبينة على الوثيقة (2)، حدد الظواهر التي توافق مختلف تغيرات الكمون الملاحظة.

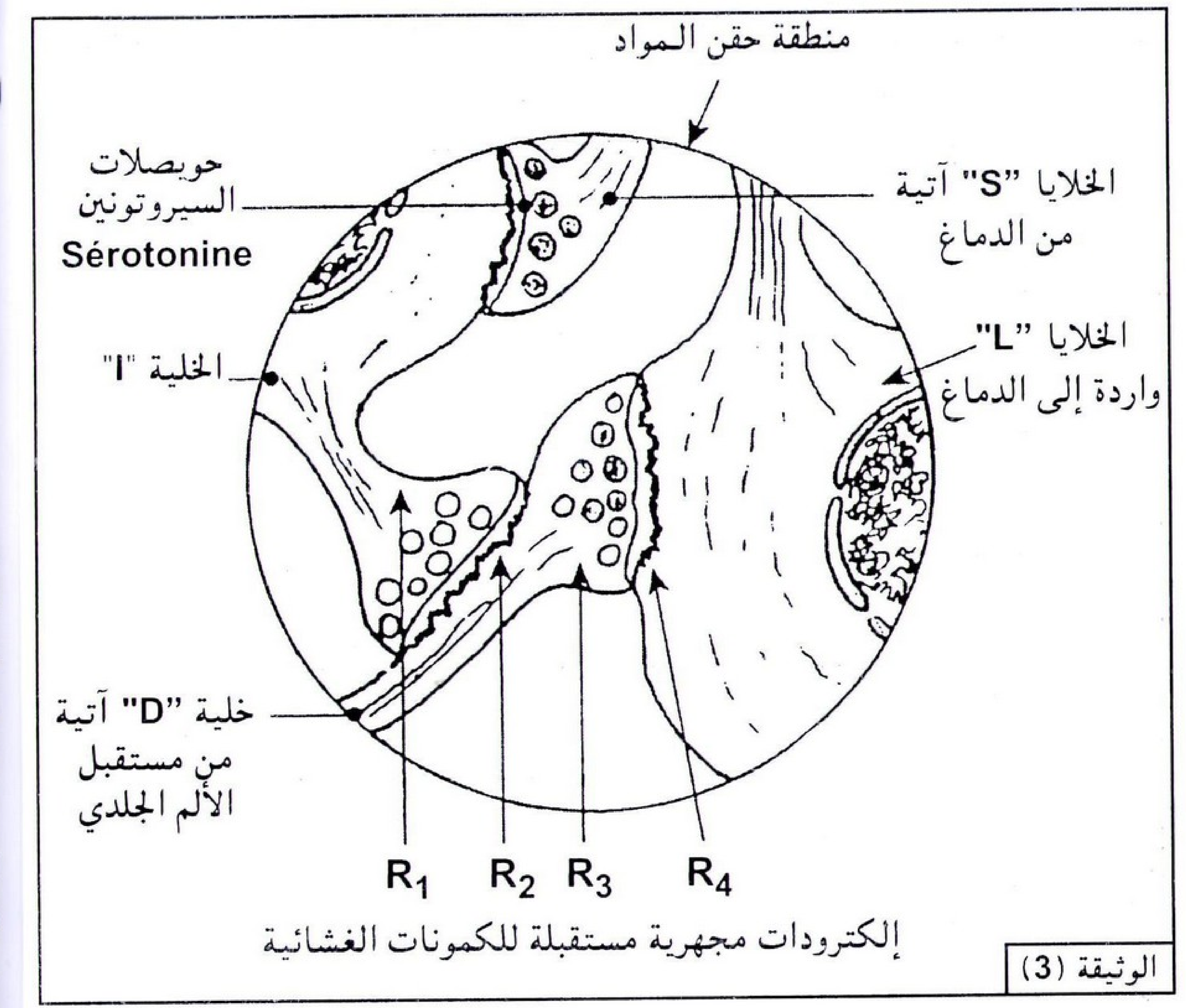
ب ـ أحسب سرعة إنتشار الرسالة العصبية مع تعليل الطريقة المتبعة. هل نتيجة حساب السرعة المحصل عليها تتوافق مع المعلومات الخاصة بالألياف؟، ضع فرضية فيما يخص طريقة (نوعية) نقلها للرسالة العصبية والتي لها علاقة ببنيتها.

2 ـ بين ماهي خواص الألياف العصبية التي تم إظهارها بهذه التجربة؟ علل.

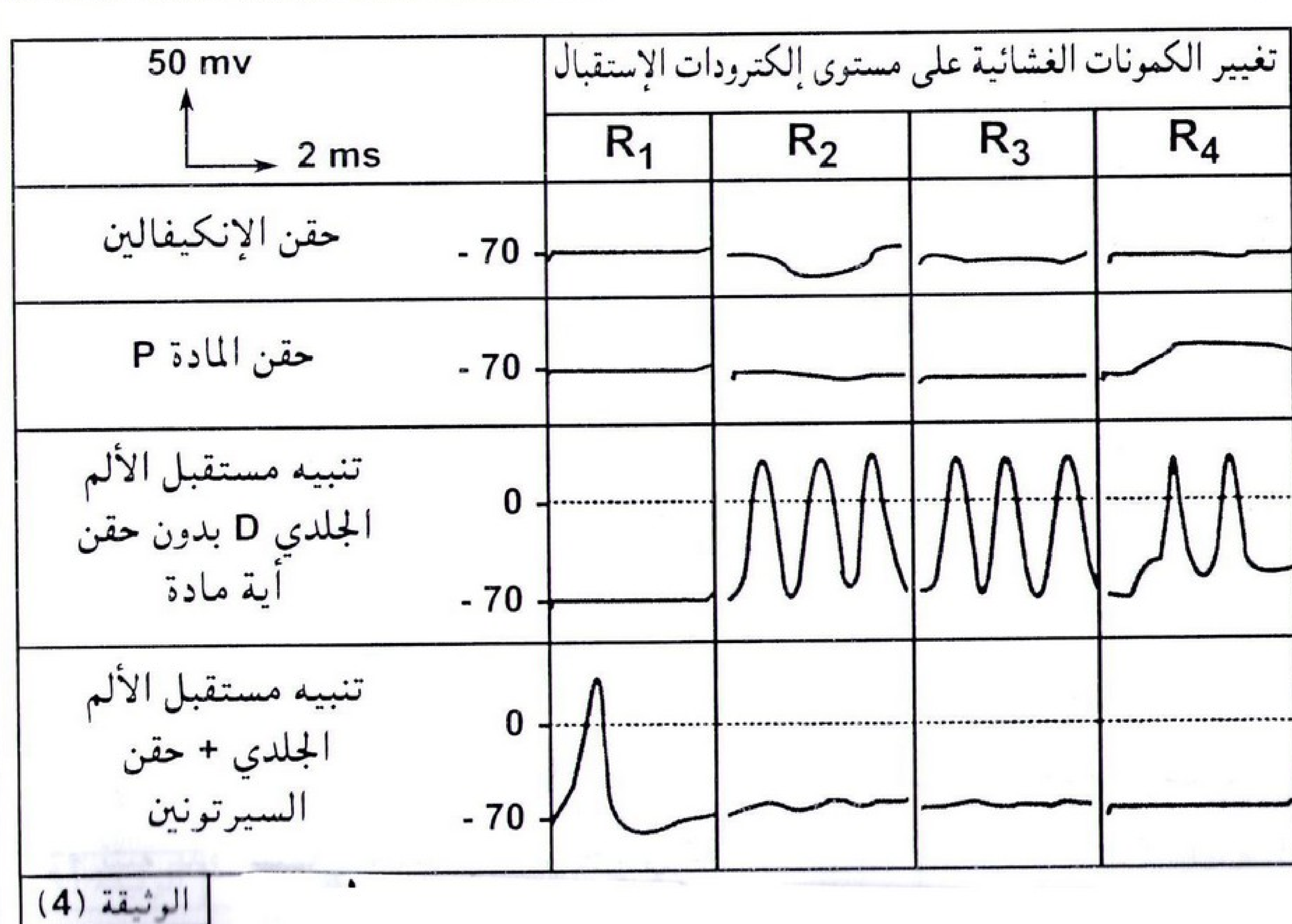
II ـ في القرون الخلفية للنخاع الشوكي يمكن ملاحظة نهايات الألياف للخلايا (D) والخلايا (S) والأجسام الخلوية للعصبونات (L) إظافة إلى الخلايا I (الوثيقة 3) بواسطة إلكترودات مجهرية R_1، R_2، R_3 و R_4 (الوثيقة 3) نسجل الكمونات الغشائية للخلايا I ، D و L بالنسبة لكمون مرجعي.

- تبين الوثيقة (4) التسجيلات المحصل عليها في ضروف تجريبية مختلفة:

- في المنطقة المحددة في الوثيقة (3) نحقن بنفس التركيز المولي عدة مبلغات عصبية.
- ننبه عدة تنبيهات لمستقبل الألم الجلدي D.



الوثيقة (3)



الوثيقة (4)

1 ـ إستنتج من تسجيلات الجدول (الوثيقة 4) نوع التأثير ومكانها لكل مادة من المواد المستعملة.

2 ـ إقترح تفسيرا لآلية عمل على مستوى الأغشية الخلوية لكل مادة من هذه المواد.

3 ـ حدد دور وآلية عمل لمختلف الخلايا I، D و L في الضروف الحيوية من العمل.

تمرين 4:

الخصائص الإدماجية لمركز عصبي

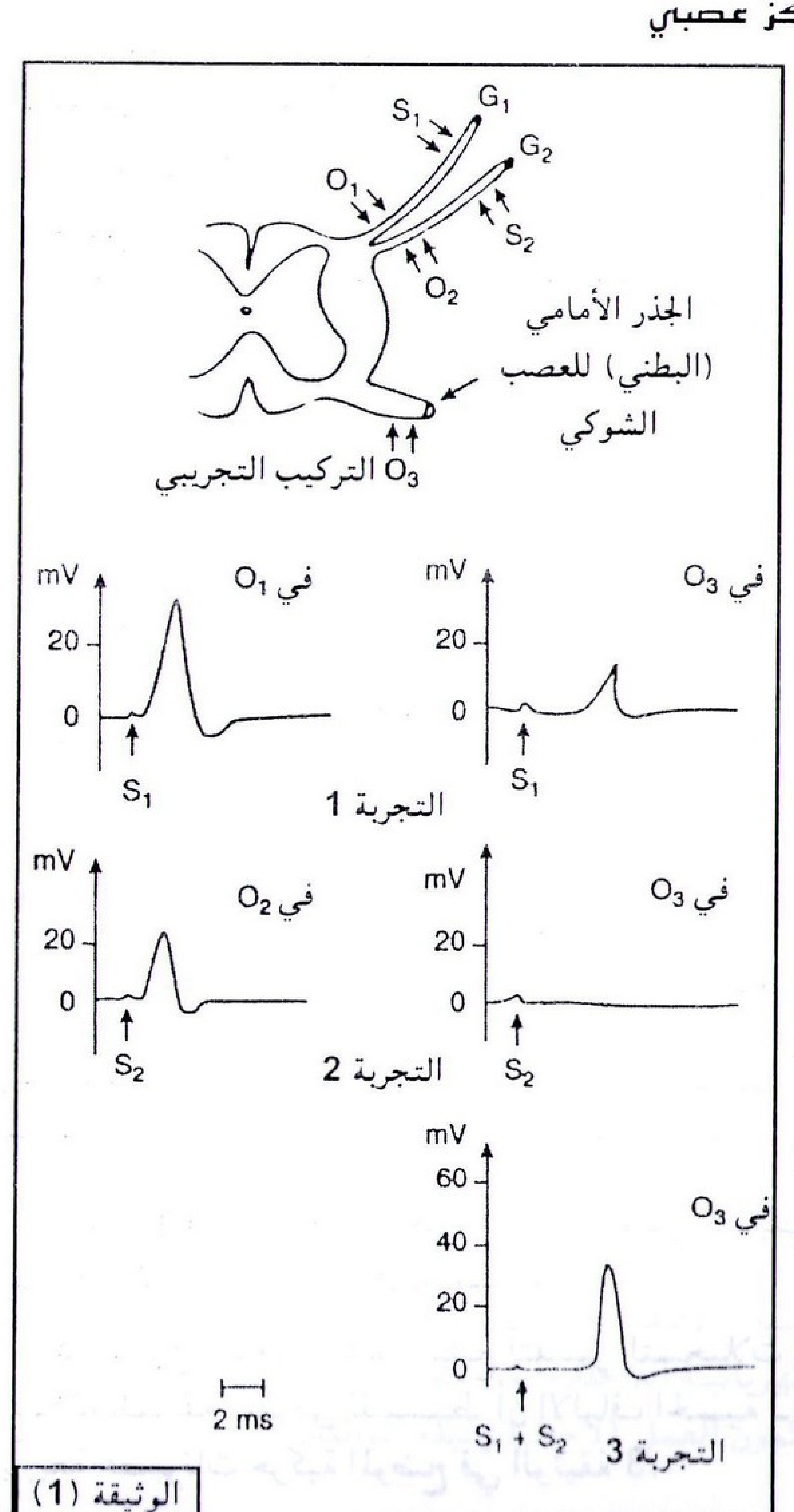
1 ـ نقوم بدراسة بعض مظاهر إنتقال الرسالة العصبية أثناء المنعكس العضلي، نعزل مجموعتين من الألياف G_1 و G_2 آتية من مستقبلات حساسة لتمدد العضلة m (نفرض أن المجموعتين من الألياف لهما نفس قابلية التنبيه) ننبه الألياف السابقة بزوجين من الإلكترودات ونسجل الإستجابات الكهربائية الإجمالية لـ G_1 و G_2 ولألياف الجذر الأمامي (الوثيقة 1).

ننجز التجارب التالية:

التجربة 1 : ننبه في S_1 بشدة تساوي I_1 فنسجل في O_1 و O_3.

التجربة 2 : ننبه في S_2 بشدة تساوي I_2 فنسجل في O_2 و O_3.

التجربة 3 : ننبه في آن واحد في S_1 بشدة I_1 وفي S_2 بشدة I_2 ونسجل في O_3



الوثيقة (1)

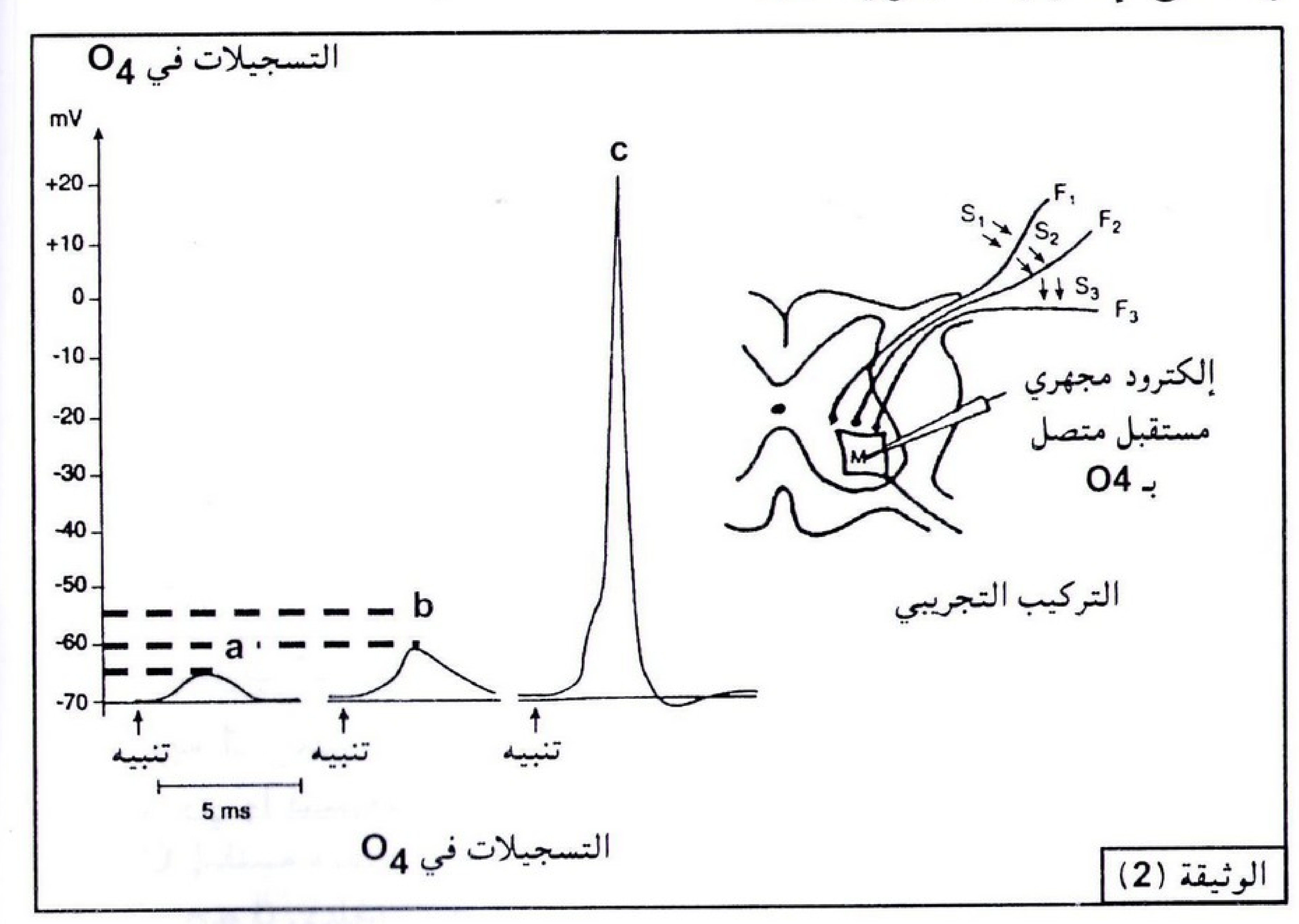
السؤال: بمقارنة التسجيلات السابقة بين خاصية للنخاع الشوكي.

2 ـ نبحث على المستوى الخلوي لتفسير الملاحظات السابقة، لهذا الغرض نسجل إستجابات عصبون حركي **M** من النخاع الشوكي متصل بثلاثة ألياف عصبية F_1 ، F_2 و F_3 آتية من المستقبلات الحساسة لتمدد العضلة **M**، بواسطة التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة **2** ننجز التجارب التالية.

التجربة **4** : ننبه F_1 أو F_2 أو F_3 كل بمفرده بشدة كافية للحصول على كمون عمل في مستوى تلك الألياف، مهما كان الليف المنبه فنحصل في O_4 على الإستجابة **a** (الوثيقة **2**).

التجربة **5** : ننبه في آن واحد F_1 و F_2 بنفس الشدة السابقة، نحصل في O_4 على الإستجابة **b** (الوثيقة **2**).

التجربة **6**: ننبه في آن واحد F_1 ، F_2 و F_3 بنفس الشدة السابقة، نحصل في O_4 على الإستجابة **C** (الوثيقة **2**).

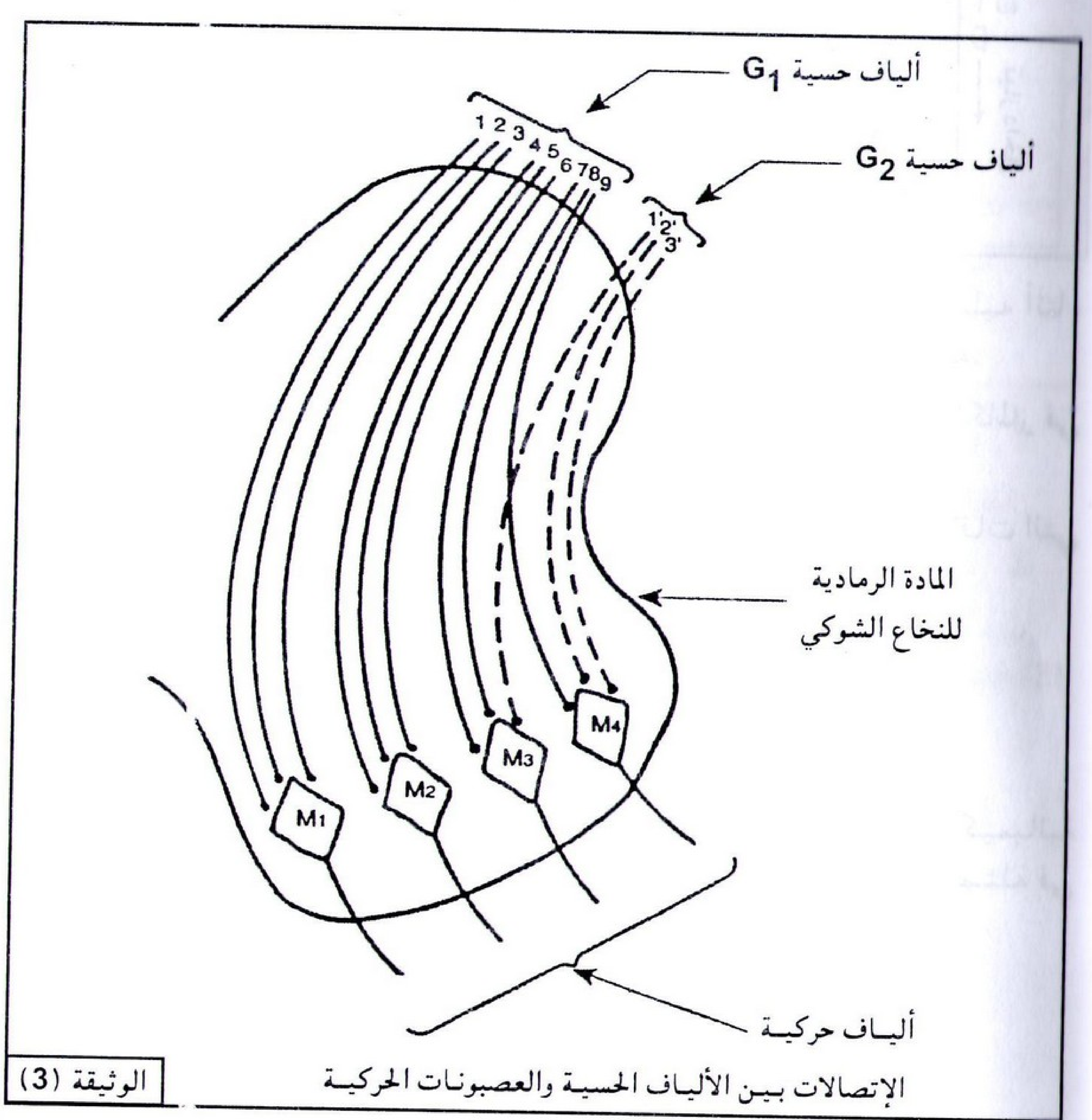


الوثيقة (2)

السؤال: باستعمال معلوماتك حول عمل المشابك، فسر النتائج المحصل عليها في O_4 أثناء التجارب الثلاثة السابقة.

3 ـ نقترح استعمال هذه النتائج لتفسير التسجيلات المحصل عليها أثناء التجارب الثلاثة السابقة. نفرض للتبسيط أن الألياف الحسية لـ G_1 و G_2 هي متصلة فقط بأربعة عصبونات حركية الموضح في الوثيقة **3**.

السؤال: إعتمادا على هذا النموذج المبسط للإتصالات العصبية (الوثيقة
إقترح تفسيرا للنتائج المحصل عليها في التجارب الثلاثة الأولى (**1** ، **2** ، **3**) مبينا ماهي الألياف الحسية والعصبونات الحركية التي يمكنها أن تتدخل في كل تجربة.

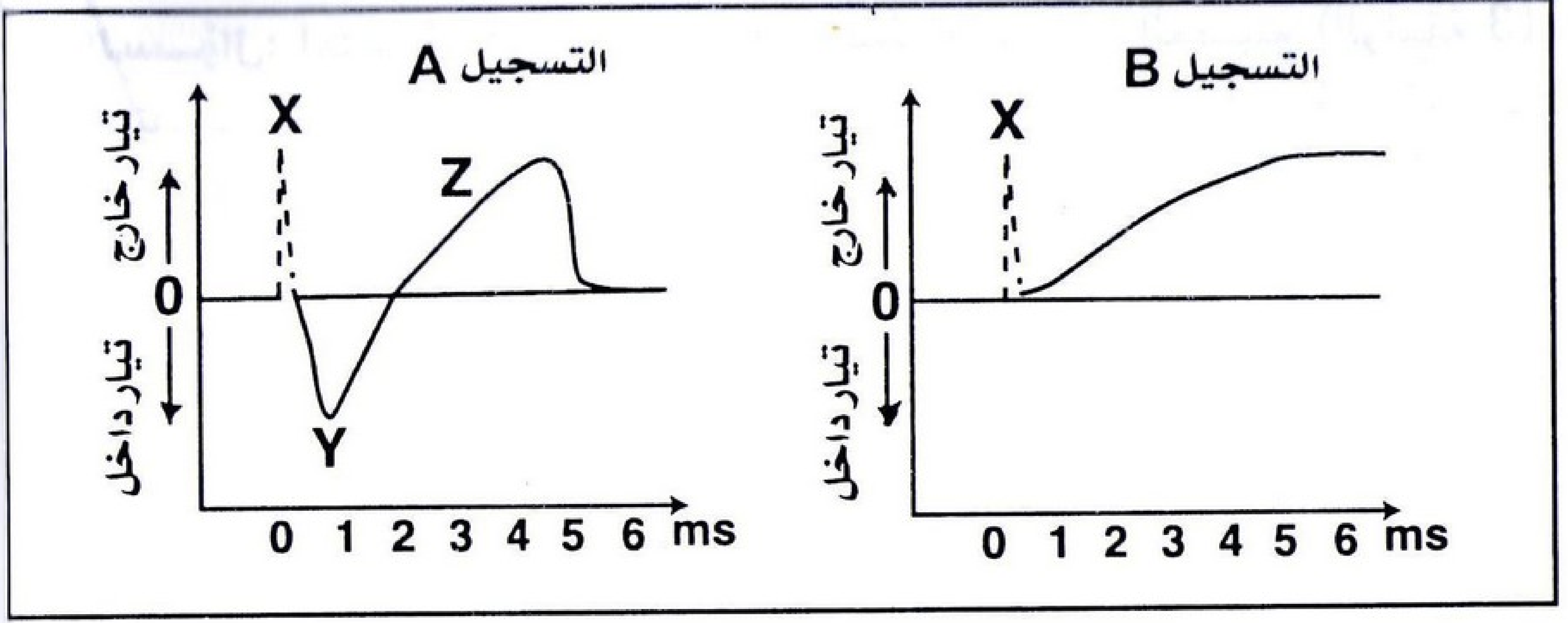


الإتصالات بين الألياف الحسية والعصبونات الحركية

الوثيقة (3)

تمرين 5:

إن بعض الدراسات المتعلقة بالآليات الشاردية لنقل الرسالة العصبية في الألياف العصبية سمحت باظهار وجود مواد كيميائية قادرة على تثبيط نوعي لقنوات Na^+ وأخرى لقنوات الـ K^+ . إن تقنيات دقيقة في الفيزيولوجيا الكهربائية سمح من جهة أخرى بتسجيل التيارات الكهربائية الداخلة والخارجة من وإلى الليف. أي التيارات المرتبطة بحركة الشوارد أثناء كمون العمل (لاحظ الوثيقة الموالية).



1 - أرسم منحنى التغيرات الكهربائية المخترقة للغشاء الذي نتحصل عليه أثناء كمون عمل عادي وحدد نوع الشحنة على جانبي الليف في مختلف مستوياته.

2 - تبين الوثيقة أن التيارات المحصل عليها في ليف عصبي عملاق للكالمار في شروط تجريبية عادية (التسجيل **A**).

- بغض النظر عن التيار (**X**) الناتج عن التقنية المستعملة، ماهي العلاقات التي يمكن إيجادها بين هذه العناصر الثلاثة:

- ♦ تغيرات الإستقطاب الكهربائي للغشاء أثناء كمون عمل عادي.
- ♦ الحركات الشاردية الموافقة المعروفة.
- ♦ التيارات **Y** و **Z** المحصل عليها في الوثيقة.

3 - نقوم بنفس القياسات على نفس المحور الأسطواني بعد معالجته بمادة كيميائية قادرة على تثبيط نوع من القنوات الشاردية، فنحصل على النتائج الممثلة في التسجيل **B**.

أ - قارن هذا التسجيل مع تلك المحصل عليها في الشروط العادية.

ب - ماهو تأثير المادة المستعملة؟

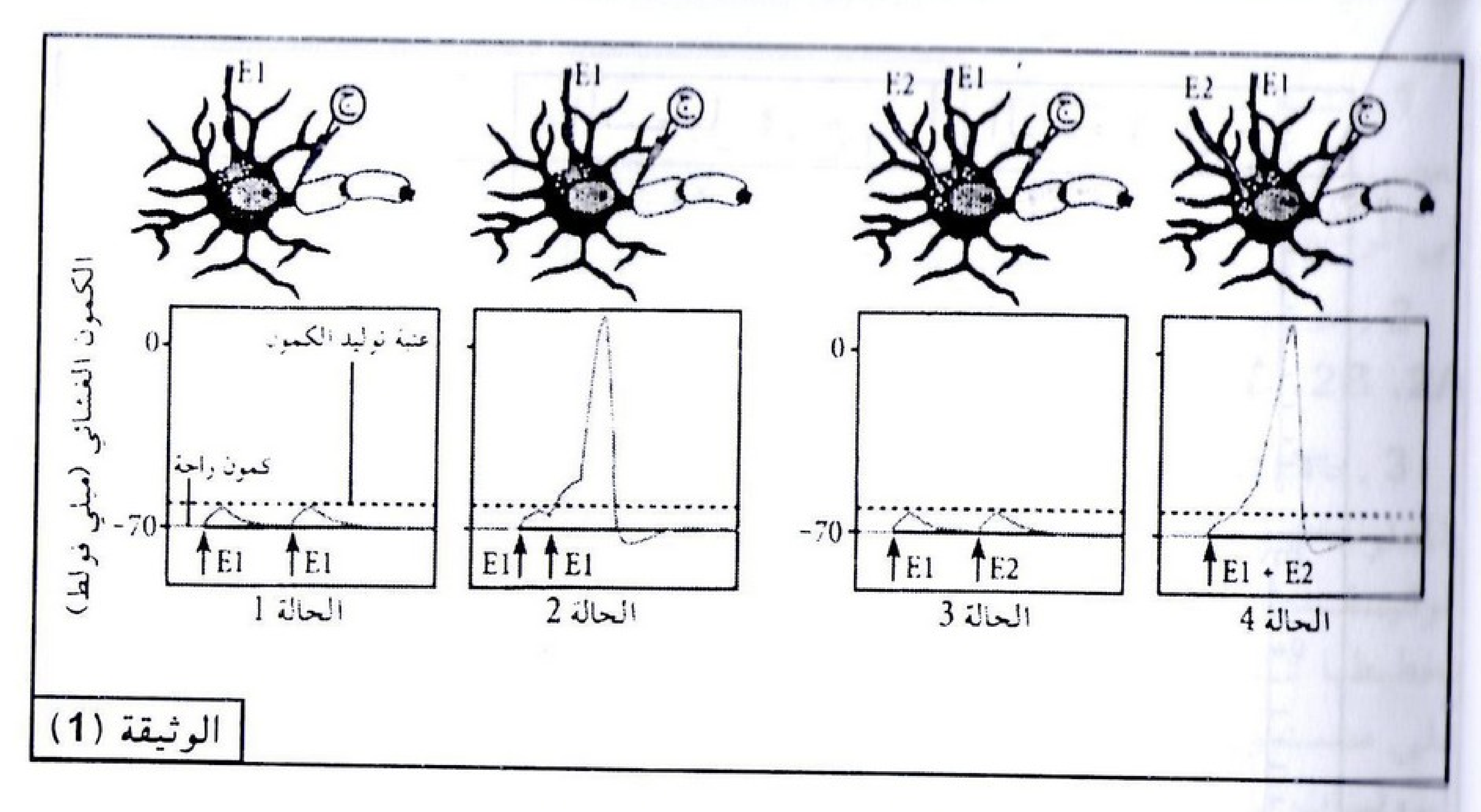
تمرين 6:

لدراسة آلية إدماج العصبون المحرك لمختلف الكمونات الواردة إليه نقدم الدراسة التالية:

أ - تمثل الوثيقة (1) تسجيلات أنجزت على الخلية بعد مشبكية إثر تنبيهين متتاليين:

الحالتان (**1** - **2**): ناتجتين عن تنبيهين متتاليين لعصبون قبل المشبكي بمنبه **E1**.

الحالتان (**3** - **4**): ناتجتين عن تنبيه لعصبونين قبل مشبكيين بـ (**E1** و **E2**).



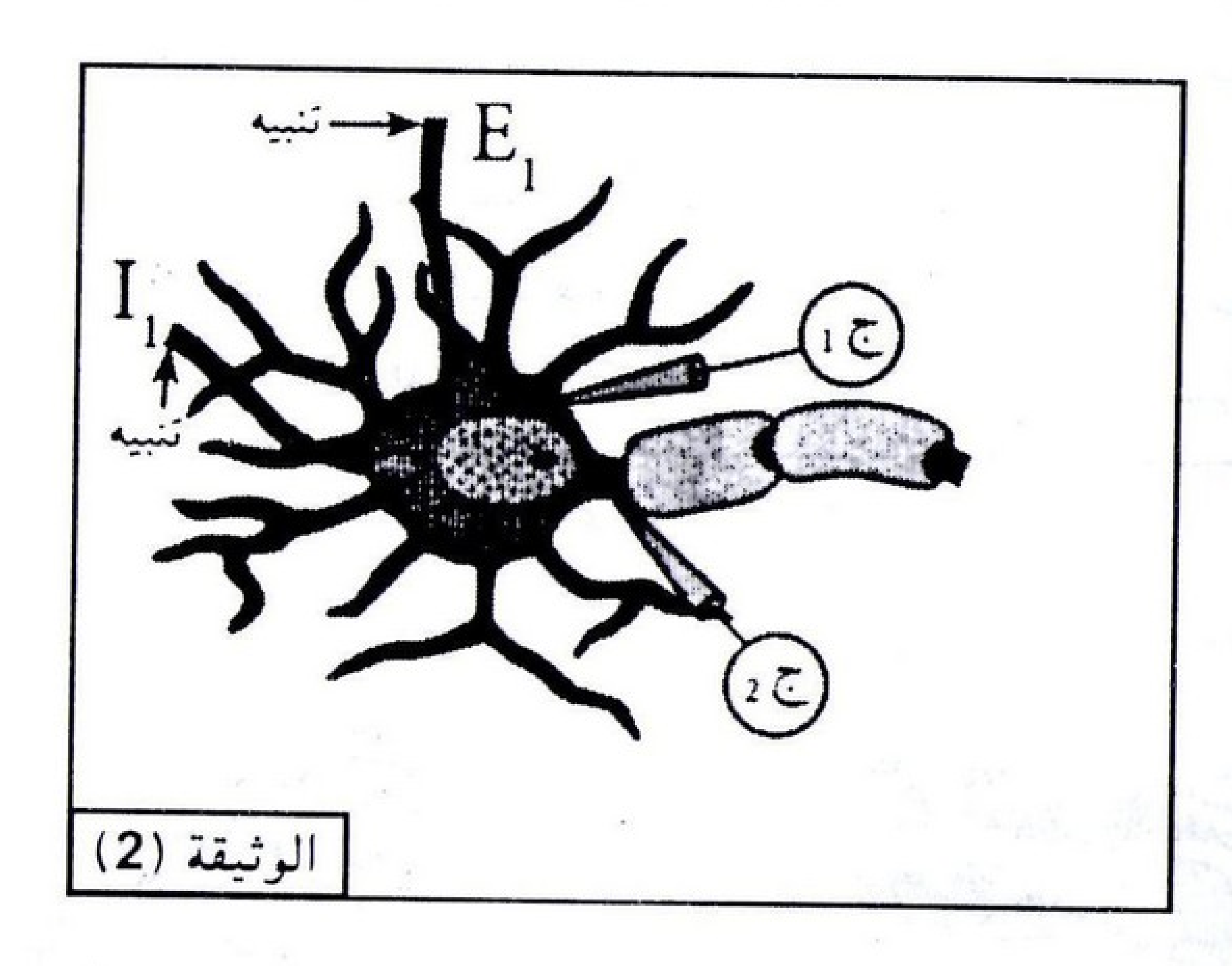
الوثيقة (1)

1 - قارن بين النتائج المحصل عليها في الحالات التالية:

- الحالة **1** مع الحالة **2**، والحالة **3** مع الحالة **4**.

2 - كيف تفسر التسجيلات الناتجة عن تنبيهين في الحالتين **2** و **4**.

ب - تمثل الوثيقة (**2**) خلية بعد مشبكية متصلة بنوعين من المشابك بينما الوثيقة (**3**) تمثل التسجيلات المسجلة في ج1 و ج2 (الوثيقة **3**).



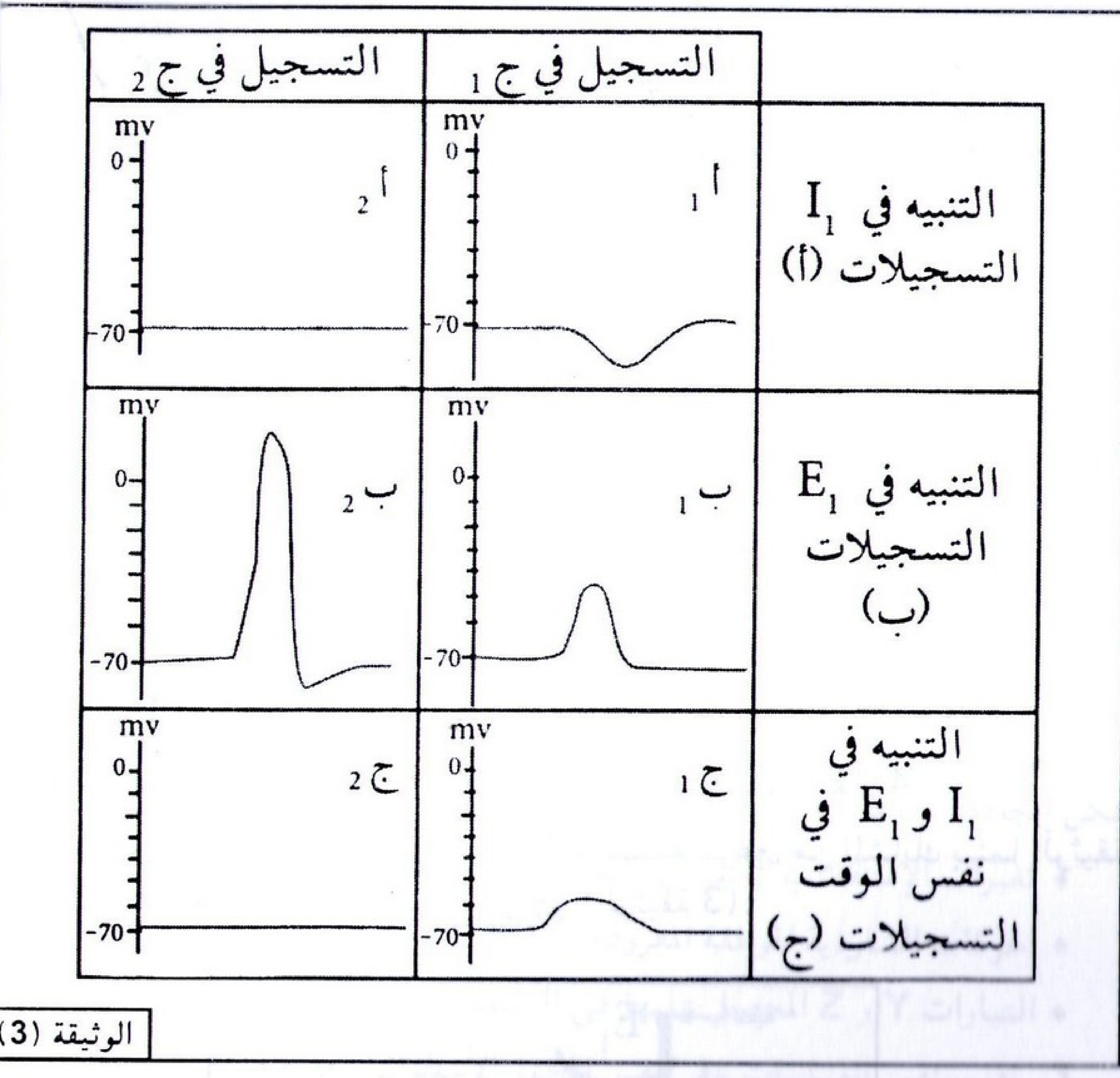
الوثيقة (2)

1 - حدد المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي إنطلاقا من تسجيلات الوثيقة (3)، علل.

2 - قارن بين التسجيلين ب1 و ج1.

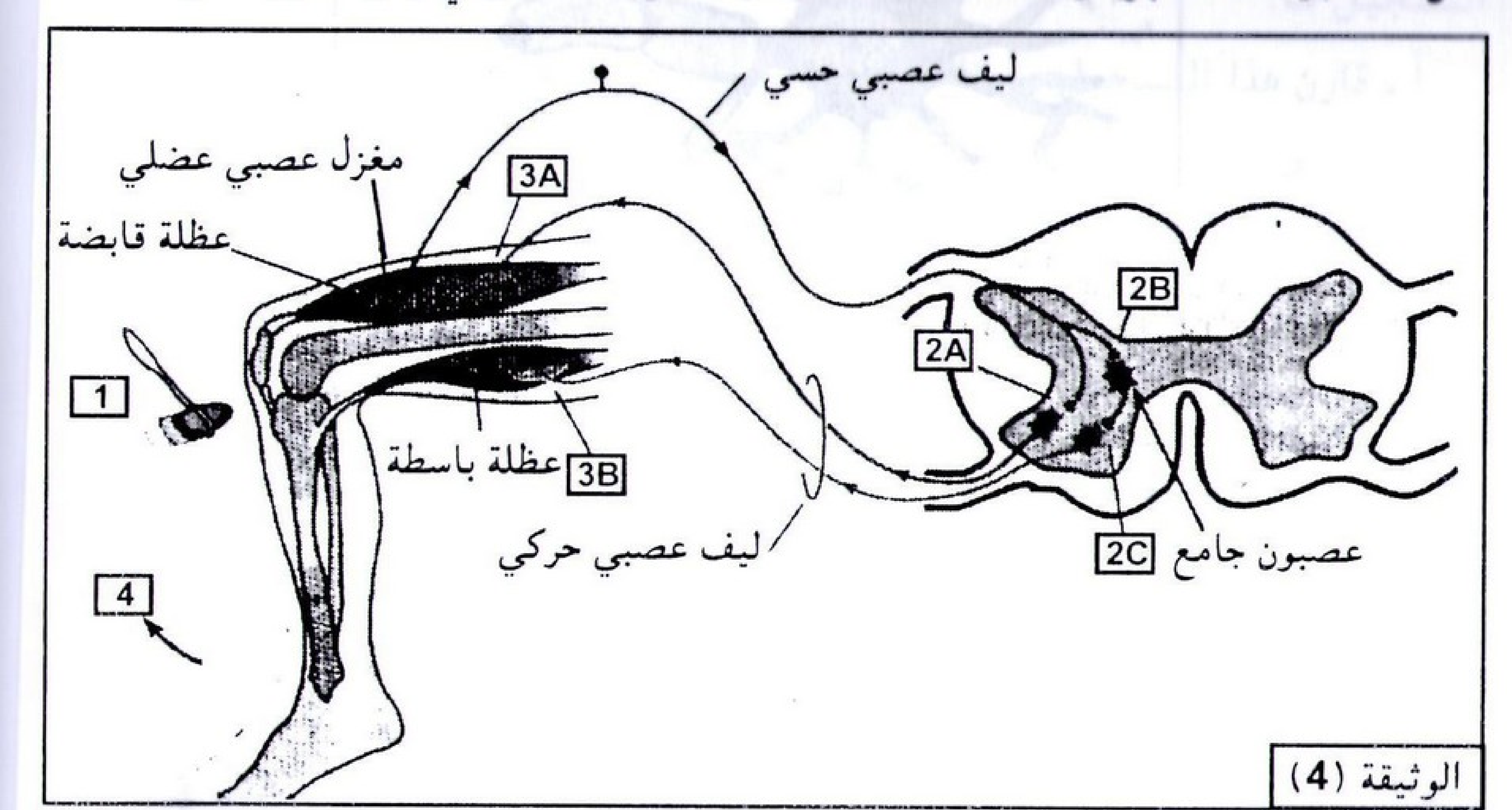
3 - فسر إذا إختلاف النتائج في ب2 و ج2.

4 - حدد شروط تسجيل المنحنى ب2 في ج2، علل.

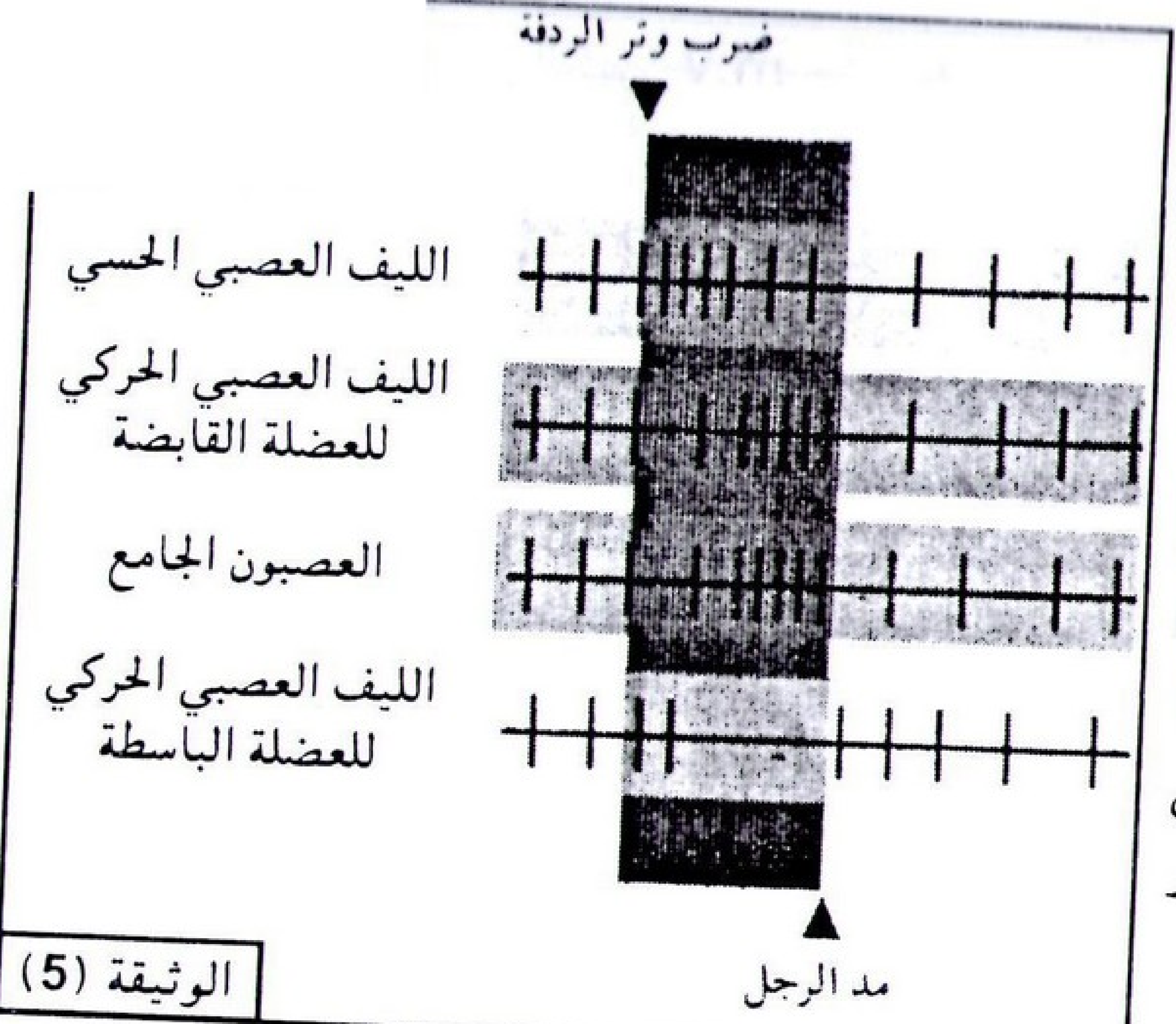


الوثيقة (3)

جـ - تمثل الوثيقة (4) مسار السيالة العصبية أثناء منعكس عضلي بينما الوثيقة (5) تمثل التسجيلات الكهربائية أثناء هذا المسار حيث كل خط عمودي يمثل كمون عمل.



الوثيقة (4)



الوثيقة (5)

1 - تتبع مسار السيالة العصبية من لحظة تنبيه في 1 إلى المرحلة 4.

2 - حدد نوع المشابك 2A، 2B، 2C، 3A و3B.

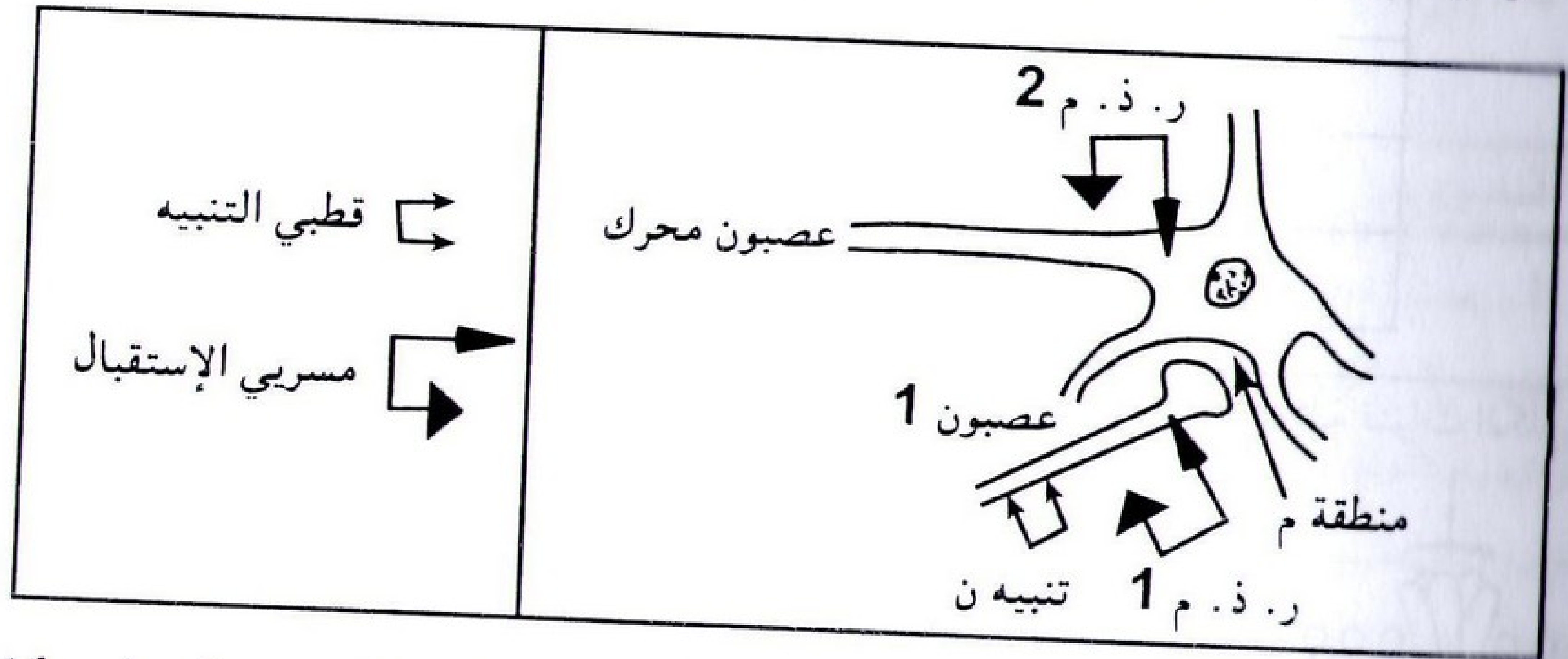
3 - بالإعتماد على ماسبق والمعلومات التي تقدمها لك الوثيقتين: أنجز رسما تخطيطيا لآلية النقل العصبي على مستوى المشبك ودور البروتينات في ذلك.

تمرين 7: (يمكن إستخدام هذا التمرين كوضعية)

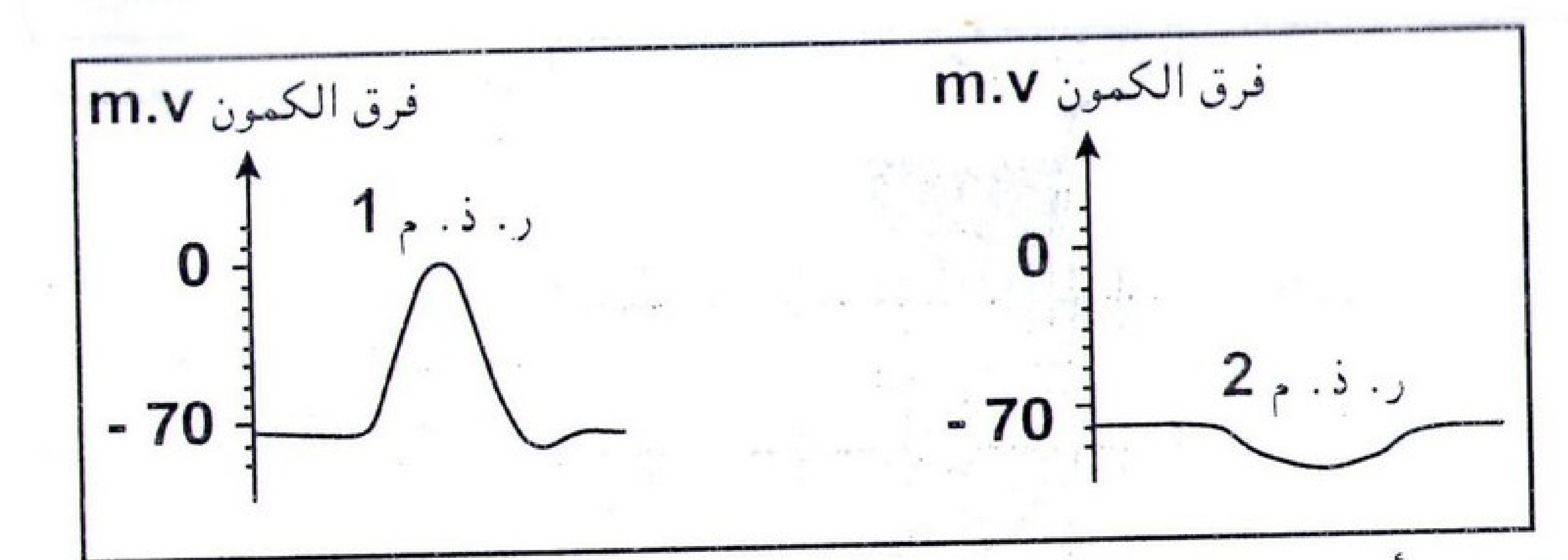
يعاني أحد أصدقائك من مشكل القلق، فقدم له الطبيب المعالج دواء الفاليوم مما جعل صديقك يخاف من تأثير هذا الدواء، بالإستعانة بالوثائق التالية ومعارفك:

الوثيقة (1) : نقدم لحيوان البيكروتوكسين (مادة تثبط عمل الـ **GABA** في الجهاز العصبي المركزي) فنسجل أن حيوانات التجربة تبدو عليها أعراض القلق.

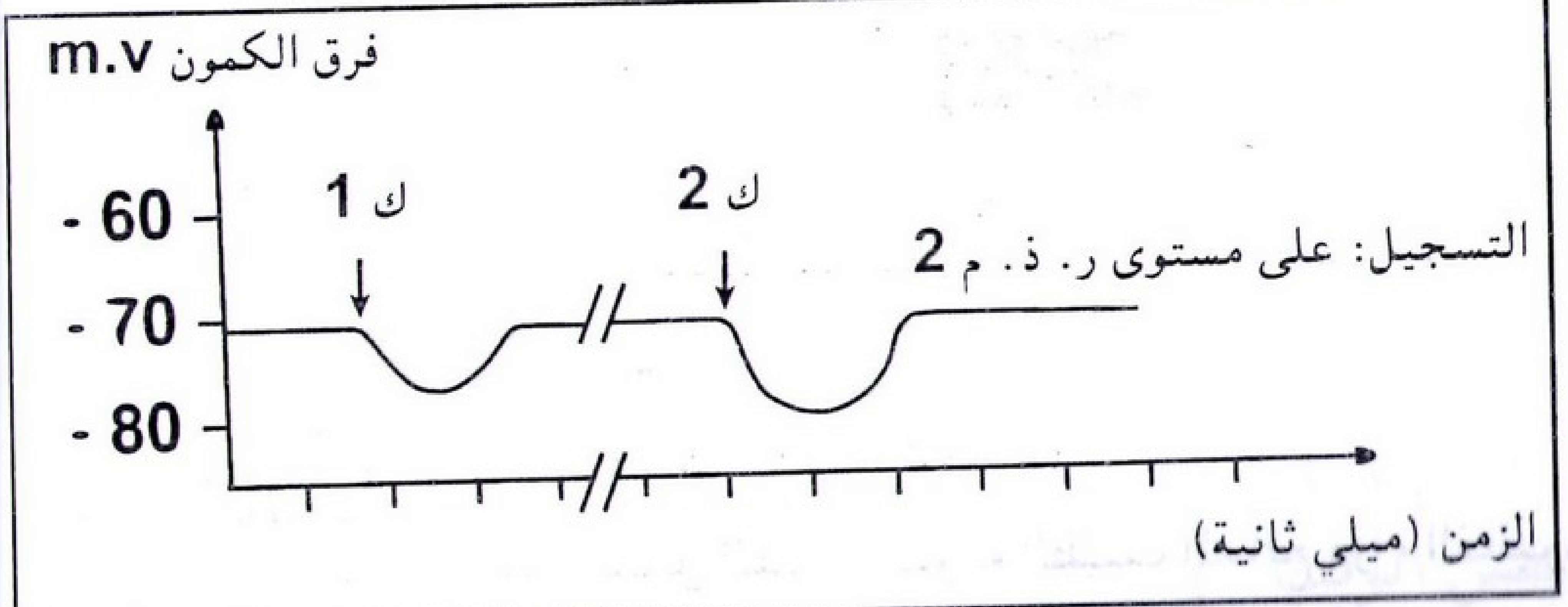
الوثيقة (2) : ننجز التركيب التجريبي التالي:



ننبه العصبون (1) في ن ونسجل النشاط الكهربائي على المستوى (ر. ذ. م1) و (ر. ذ. م2) النتائج المحصل عليها ممثلة بالمنحنيات التالية:



في غياب أي تنبيه نحقن في المنطقة (م) جرعتين (ك1 و ك2) من جزيئات الـ GABA حيث ك2 > ك1، النشاط المسجل في (ر. ذ. م2) ممثل بمنحنى الوثيقة التالية:



الوثيقة (3) : ترتفع النفاذية الغشائية لشوارد الكلور على مستوى عصبون حساس للـ GABA (مثل العصبون المحرك) في وجود الـ GABA في الوسط الخارجي، يلخص الجدول التالي التراكيز الشاردية داخل وخارج العصبون وفي غياب أي تنبيه.

التركيز الشاردي (مول/ل)	الوسط الخارجي	الوسط الداخلي
Na^+	440	49
K^+	22	410
Cl^-	560	40

الوثيقة (4) : يلخص الرسم التخطيطي التالي البنى التي توجد على مستوى غشاء عصبون حساس للـ GABA.

تجمع بروتينات ضمنية مشكلة قنوات الكلور
وسط خارج خلوي
غشاء هيولي
وسط ضمن خلوي
تكون القناة مغلقة في غياب الـ GABA
فتح القناة في وجود الـ GABA

الوثيقة (5) : تبين أن الفاليوم يؤثر على نفس البنية الغشائية التي يؤثر عليها الـ GABA.

تؤخذ عينات من خلايا النخاع الشوكي لأجنة فئران وتزرع في وسط مناسب لمدة شهر، يضاف بعد ذلك لهذه الخلايا تارة الـ GABA بمفرده وتارة أخرى الـ GABA + الفاليوم، تسجيل النشاط الكهربائي لهذه الخلايا وتقدير خصائص قنوات شوارد الكلور الموجودة على سطح هذه الخلايا ملخص في الجدول الموالي:

	تسجيل نشاط الخلايا العصبية	خصائص قنوات شوارد الكلور: مدة فتح القناة (ميلي ثانية)	عدد القنوات المفتوحة في الثانية
إضافة GABA		23	48
إضافة CABA + الفاليوم		29	92

النتائج المحصل عليها ممثلة بالجدول أعلاه ولا يمكن الحصول عليها إلا في وجود كمية معتبرة من شوارد الكلور في الوسط الخارج خلوي.

1 . حلل هذه الوثائق.

2 . كيف يستطيع الطبيب إقناع المريض بأهمية العلاج بالفاليوم؟.

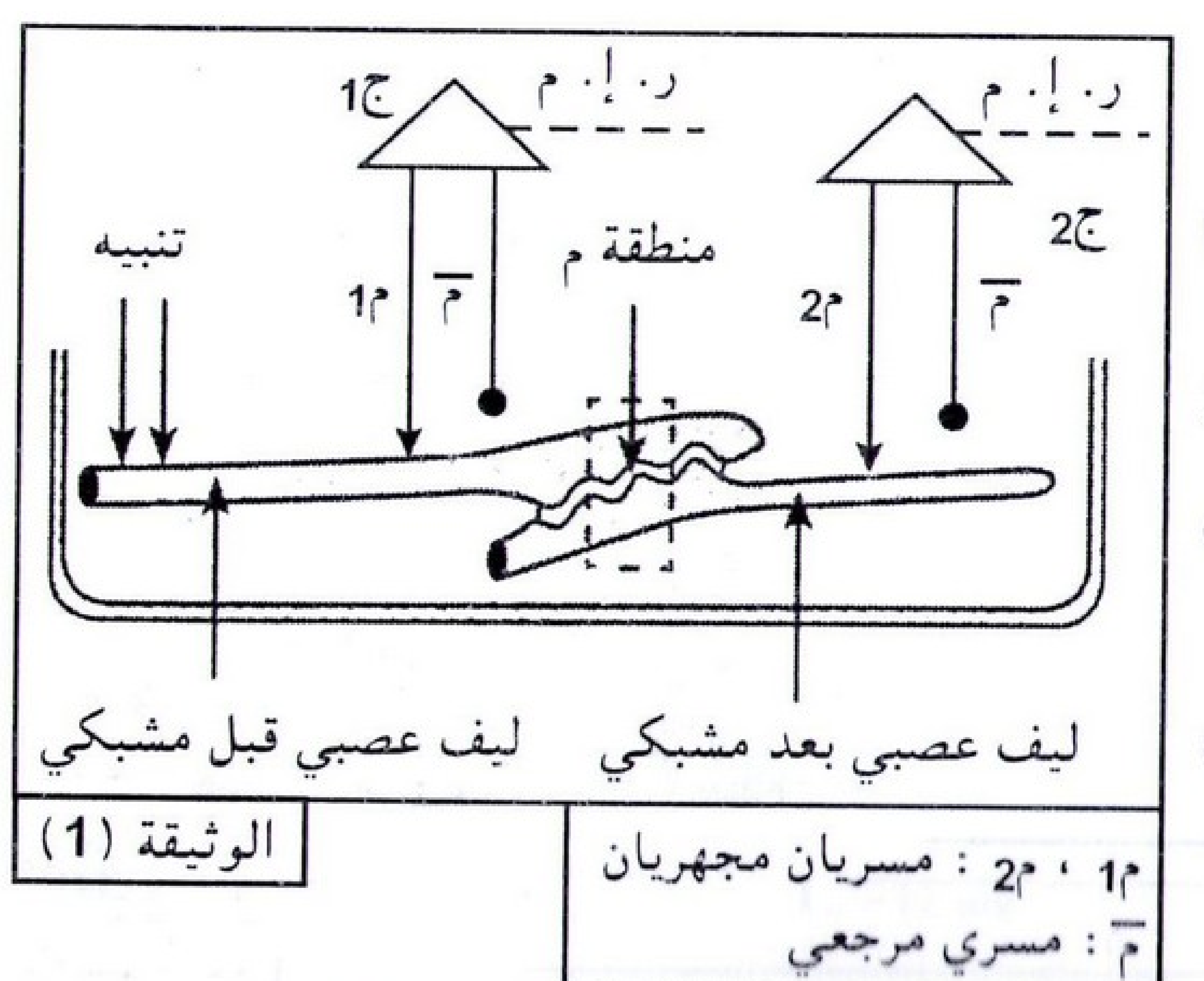
3 . هل توافق على مواصلة المريض لإستعماله للفاليوم؟ علل إجابتك؟.

4 . من كل ما سبق بين كيفية تأثير الفاليوم؟.

تمرين 8:

I . يستعمل جهاز راسم الإهتزاز المهبطي (ر. إ. م) لدراسة الظواهر الكهربائية للليف العصبي على مستوى مشبك عملاق.

. التركيب التجريبي تظهره الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

م1 ، م2 : مسريان مجهريان
م̄ : مسري مرجعي

1 - بين وضعية المسريين ($م_1$، $م^-$) للجهاز ($ج_1$) والمسريين ($م_2$، $م^-$) للجهاز ($ج_2$) التي سمحت بإعطاء تسجيلات الوثيقة (2).

2 - قدم تحليلا للمنحنى ($ص_1$) المسجل في الليف قبل مشبكي.

3 - علل عدم التطابق الزمني بين المنحنيين $ص_1$، $ص_2$ للوثيقة (2).

الوثيقة (2)

4 - بين برسم تخطيطي ليف عصبي تظهر عليه توزع الشحنات الكهربائية في المناطق الموافقة للدوائر المبينة في المنحنى ($ص_1$).

II - نقوم بدراسة تأثير المبلغ الكيميائي العصبي (الأستيل كولين) على مستوى عضلة هيكلية، والعوامل المؤدية إلى إفرازه.

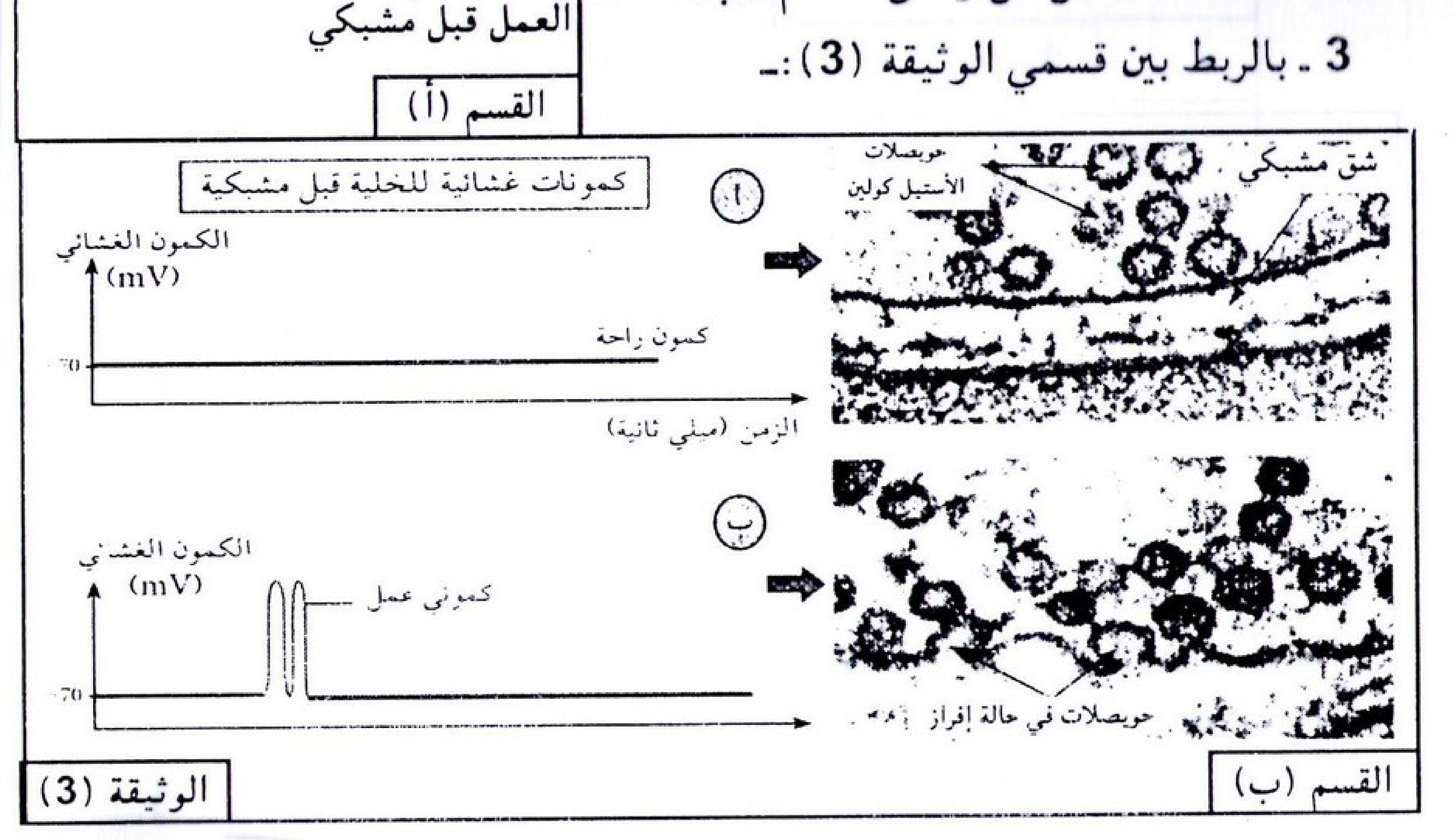
- تمثل الوثيقة (3) شروط ونتائج تجريبية.

1 - حلل منحنى القسم (أ).

2 - ماذا تستخلص من وثائق القسم (ب).

3 - بالربط بين قسمي الوثيقة (3):ـ

القسم (أ)



القسم (ب)

الوثيقة (3)

أ - أوجد علاقة منطقية بين القسمين.

ب - إستخرج دور شوارد Ca^{++} في تأمين تدخل الأستيل كولين على مستوى المشبك.

4 - أظهرت التحاليل وجود مستقبلات خاصة بالأستيل كولين على مستوى الغشاء بعد مشبكي في المنطقة (م) تبينها الوثيقة (4).

الوثيقة (4)

أ - أكتب البيانات المرقمة.

ب - بين كيف تتدخل هذه المستقبلات لتفسير المنحنى ($ص_2$) من الوثيقة (2).

III - لمعرفة أنواع الكمونات بعد مشبكية نحقق التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (5).

1 - ننبه الليف العصبي (N_1) القادم من مغزل عصبي عضلي متواجد على مستوى عضلة.

- يرتبط (N_1) بعصبونين محركين (N_3 ، N_2) تتغير الحالة الكهربائية لهما بعد التنبيه في (N_1) كما هو مبين في منحنيات الوثيقة (5).

أ - إشرح تسجيلات الوثيقة (5).

ب - أحد العصبونين (N2) أو (N3) متصل بعضلة باسطة.

- إستنادا إلى المعلومات الخاصة بالتسجيلات السابقة، حدد أي العصبونين مرتبط بهذه العضلة، علل.

الوثيقة (5)

2 ـ باستعمال ماصة مجهرية نحقن مبلغات متنوعة في مستوى المشبك $[N_2 - N_1]$ والمشبك $[N_3 - I]$ فنحصل على نفس تسجيلات الوثيقة (5). والنتائج المحصل عليها مبينة في الجدول التالي:

المواد / الإستجابة	أسبارتات Aspartate	جابا GABA
في N_2	نعم	لا
في N_3	لا	نعم

أ ـ حدد دور كل من المبلغين العصبيين GABA والأسبارتات Aspartate.

ب ـ مثل برسم تخطيطي لغشاء بعد مشبكي لـ N2 ، N3 توضح عليه تأثير المبلغين السابقين.

تمرين 9:

1 ـ سمحت لنا تقنيات دقيقة بمقارنة تركيب الوسط الداخلي لليف عصبي عملاق (هيولي الليف العصبي) والوسط الخارجي (وسط فيزيولوجي حيوي مثل ماء البحر) بالنسبة لمكونين هما Na^+ و K^+ وذلك في شروط تجريبية مختلفة من الحصول على النتائج المدونة في جدول الوثيقة (1).

مراحل التجربة	1		2		3		4	
الشروط التجريبية	ماء بحر عادي في درجة حرارة 37°م		ماء بحر في درجة حرارة 37°م وخال من شوارد K^+		ماء بحر عادي في 37°م مع DNP (توقف تركيب الـ ATP)		ماء بحر عادي في 0°م	
النتائج: التركيز ميلي مول/ل / الشوارد	Na^+	K^+	Na^+	K^+	Na^+	K^+	Na^+	K^+
وسط داخل خلوي	50	400	218	225	220	224	219	223
وسط خارج خلوي (ماء البحر)	460	10	250	195	248	196	247	197

الوثيقة (1)

أ ـ ماذا تستنتج من التحليل المقارن لنتائج المراحل التجريبية مع الحالة العادية (المرحلة 1).

ب ـ أنجز رسما تخطيطيا للبنية الجزيئية لغشاء الليف العصبي، تظهر فيه الآليات المتدخلة للحفاظ على ثبات التوزع الشاردي.

2 ـ تمثل الوثيقة (2) التسجيل المحصل عليه على شاشة (ر. ذ. م) إثر تنبيه فعال لليف العصبي العملاق.

أ ـ ضع عنوانا مناسبا لهذه الوثيقة، مع تسمية الأجزاء المختلفة.

ب ـ بين موضع مسربي الإستقبال على المحور العملاق.

جـ ـ يرافق إنتشار السيالة العصبية على طول المحور العملاق ظواهر كهربائية، حدد على مستوى الدوائر المشار إليها في تسجيل الوثيقة (2) توزع الشحنات الكهربائية على جانبي غشاء المحور العملاق.

د ـ تمثل الوثيقة (3) بعض التغيرات التي تحدث على مستوى غشاء الليف أثناء تنبيهه.

ـ في أية مرحلة من الظاهرة الممثلة في تسجيل الوثيقة (3) يمكن تحديد هذه التغيرات؟ علل إجابتك.

فرق كمون mv — ميلي/ثا

الوثيقة (2)

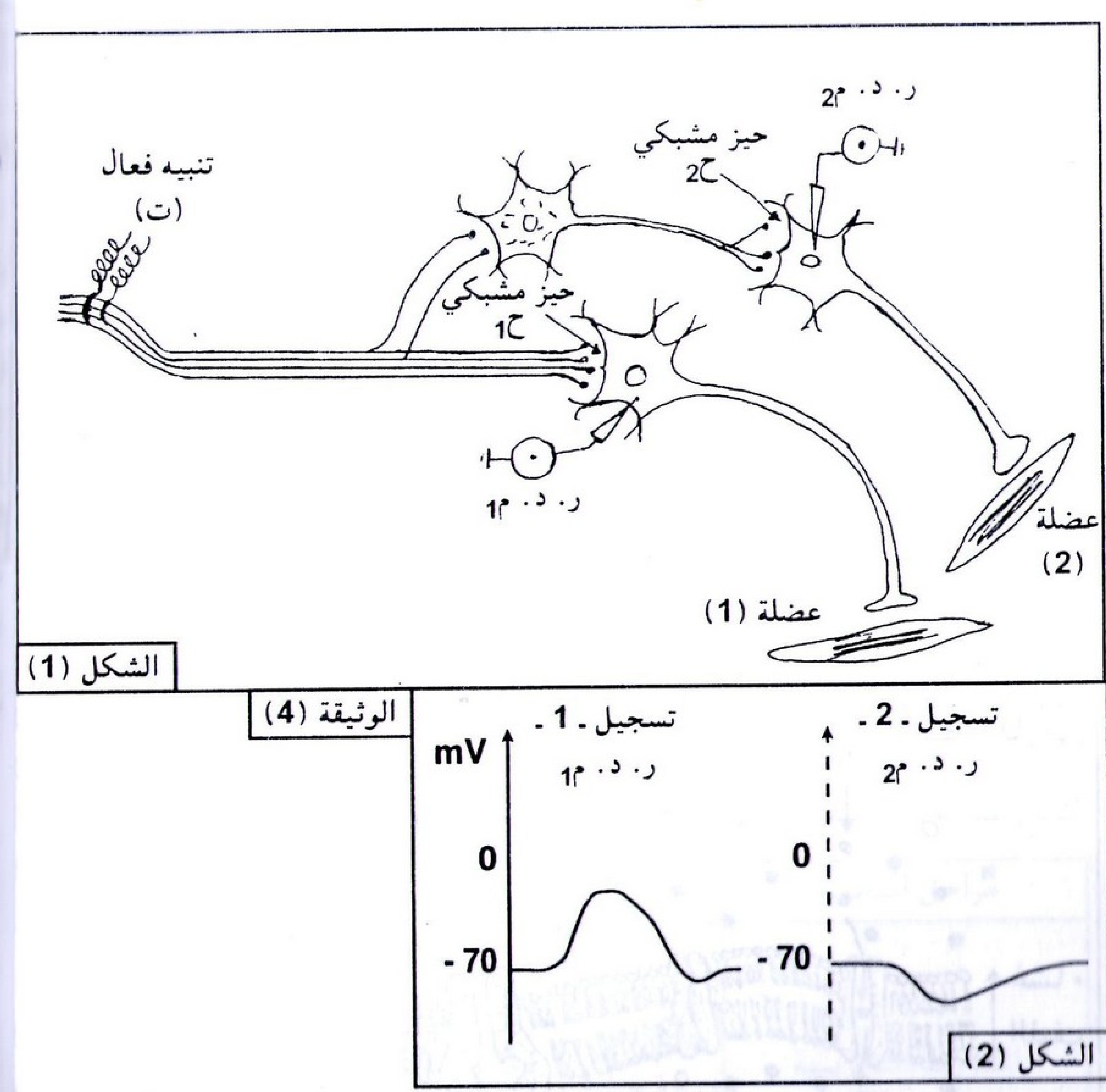
الوسط الخارجي — Na^+ — K^+ — مضخة K^+/Na تعمل ببطء — غشاء الليف — الوسط الداخلي — ATP — ADP + Pi

الوثيقة (3)

3 ـ تنتقل التنبيهات العصبية من الخلايا المنبهة إلى الخلايا المنفذة عبر مستوى المشبك، نحاول من خلال الدراسة التالية التعرف على آلية إستجابة العصبونات المحركة لتنبيهات فعالة واردة إليها ـ شكل (1) من الوثيقة (4).

أ ـ يمثل الشكل (2) من الوثيقة (4) التسجيلات المحصل عليها في ر. ذ. م1 و ر. ذ. م2 بعد إحداث تنبيه فعال في النقطة (ت) على الترتيب.

ـ سم التسجيلين 1 ، 2 من الشكل (2).



ب ـ عن طريق سحاحة مجهرية، نضع في مستوى الفراغ المشبكي (ح1 و ح2) مواد مختلفة: الأسبارتات ـ حمض الغاما أمينو بيتيريك (GABA) ـ حمض الفالبروئيك وبيكروتوكسين (فقط الأسبارتات ـ حمض الغاما أمينو بيتريك (GABA) يوجدان بشكل طبيعي في العضوية) ثم نقوم بتسجيل الإستجابات في كل مرة عن طريق ر. ذ. م1 و ر. ذ. م2 ، النتائج مدونة في الجدول التالي:

	المواد المحقونة / موضع الحقن	الأسبارتات	GABA	حمض الفالبروئيك		بيكروتوكسين	
				دون تنبيه	مع تنبيه	دون تنبيه	مع تنبيه
النتائج	ح1	∩	—	—	—	—	—
	ح2	—	∪	—	∪	—	—

α ـ حلل نتائج الجدول واستنتج دور كل مادة.

β ـ ماهي الفرضيات التي تقترحها لتفسير عمل كل من حمض الفالبروئيك وبيكروتوكسين.

γ ـ إعتمادا على دور كل مادة مستعملة في التركيب التجريبي، حدد أنماط المشابك.

δ ـ هل تستجيب العضلة ع1 و ع2 عندما ننبه في النقطة (ت)؟ علل.

4 ـ إنطلاقا من المعلومات المستخلصة من التجربة ومعارفك المكتسبة أنجز خلاصة علمية تبرز فيها دور البروتينات في آليات التعاون الخلوي لضمان التنسيق الوظيفي للعضوية.

تمرين 10:

1 ـ تعتبر مادة **GABA** من أهم المبلغات الكيميائية على مستوى الجهاز العصبي للإنسان ويظهر تأثيرها على مستوى المشابك العصبية من خلال التثبت على مستقبلات غشائية بالخلية بعد المشبكية (أنظر الوثيقة **1**).

الوثيقة (1)

أ ـ مانوع القناة التي تعمل عليها مادة **GABA**؟ علل إجابتك.

ب ـ إشرح من خلال الوثيقة **1** كيفية تأثير **GABA** على غشاء الخلية بعد المشبكية.

ج ـ نقوم بقياس تركيز الشوارد المختلفة على جانبي الغشاء الهيولي لخلية إنسان فنحصل على النتائج المبينة في جدول الوثيقة **2** .

الشاردة	داخل الخلية	وسط خارجي (دم)	النفاذية
بوتاسيوم K^+	140	5	5×10^{-7}
صوديوم Na^+	5 - 15	145	5×10^{-9}
كلور Cl^-	4	110	1×10^{-8}

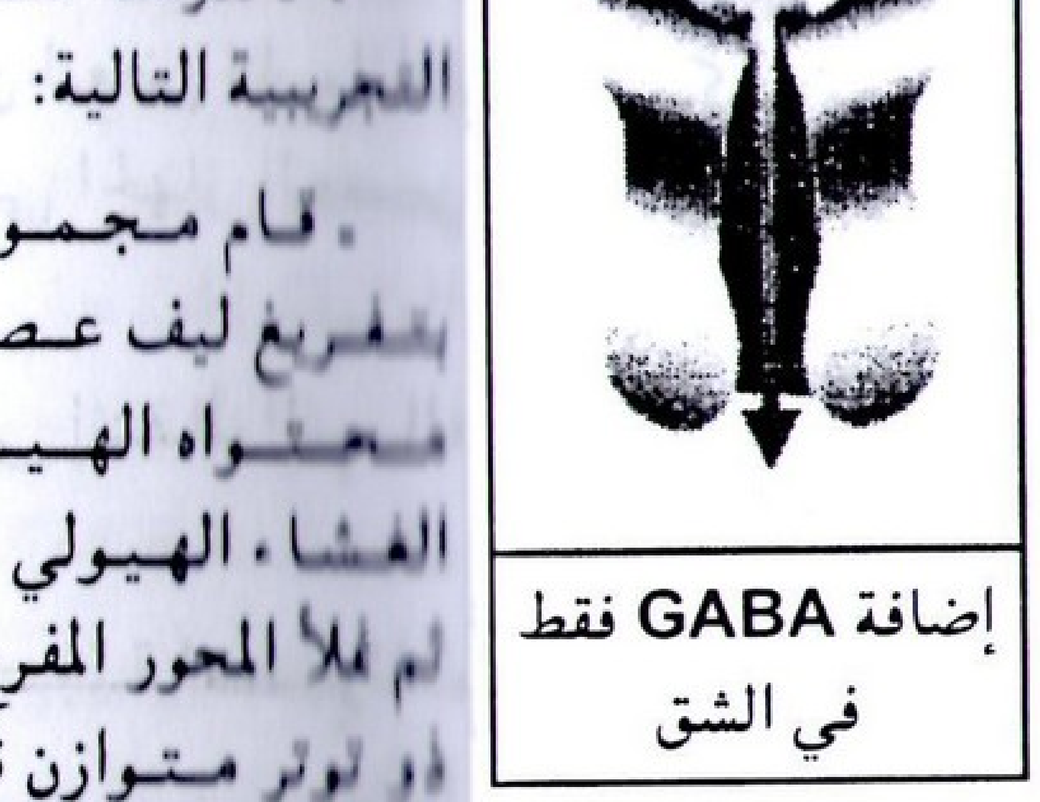
الوثيقة (2)

ـ ماهي الشوارد التي يتغير توزيعها في وجود **GABA**؟ كيف يكون هذا التغير؟.

د ـ تتأثر نفاذية الشوارد السابقة بالمواد الكحولية مثل: **Ethanol**.

1 - بين كيف تسمح بنية المستقبل الممثل في الوثيقة 1 بتفسير قابلية تأثير الكحول على عمل هذه القناة.

2 - وضح تأثير الكحول على عمل GABA من خلال نتائج الوثيقة 3.



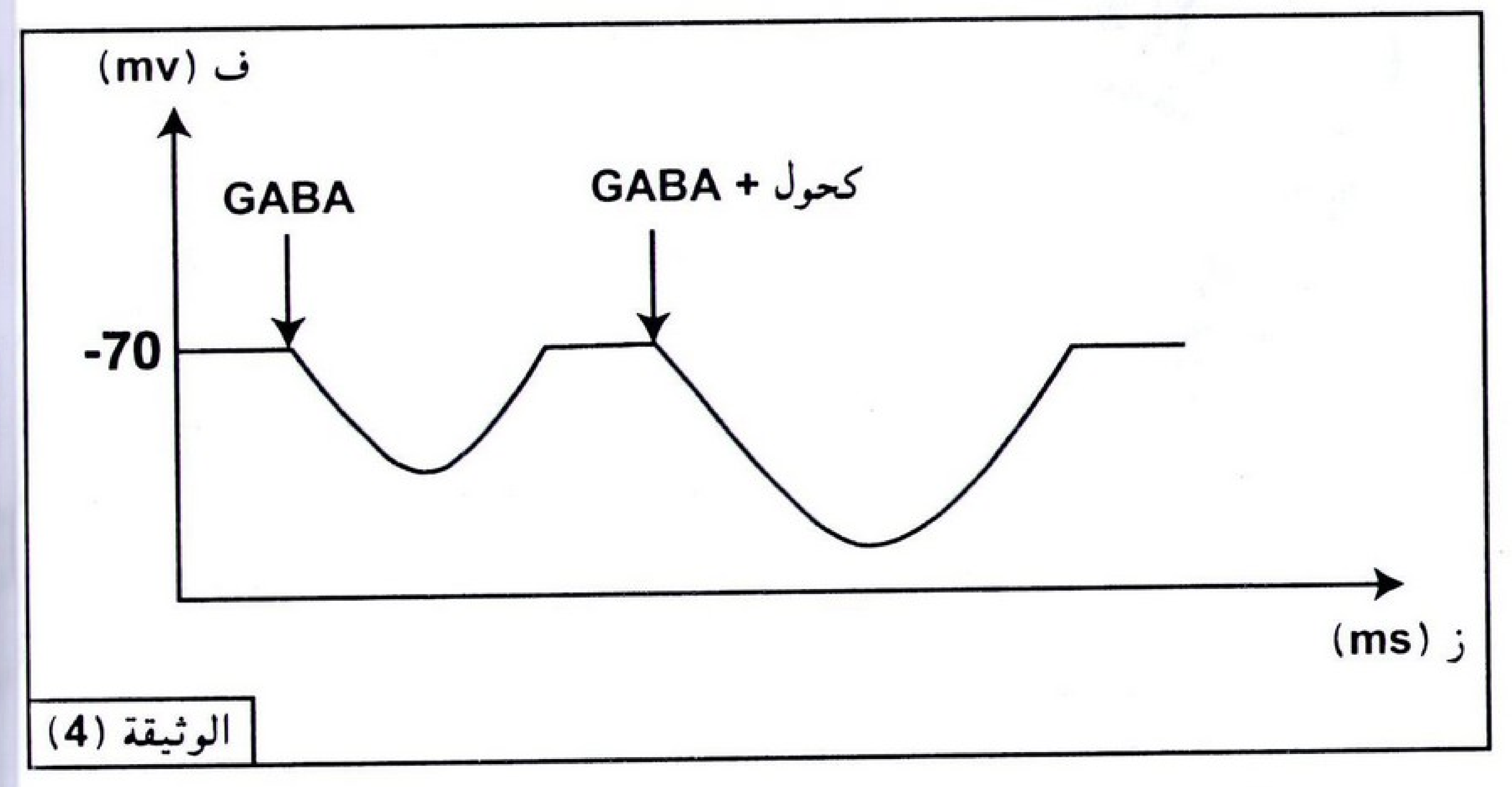


الوثيقة (3)

هـ - يؤدي تنبيه الخلية المفرزة لل GABA إلى تسجيل منحنى فرط إستقطاب على مستوى الخلية المستقبلة لل GABA.

1 - إستخلص طبيعة المشبك الذي تؤثر فيه مادة GABA.

2 - يظهر مفعول الكحولات (إذا أضيفت في منطقة الشق) على هذه التسجيلات من خلال نتائج الوثيقة 4.



الوثيقة (4)

- وضح كيف تسمح هذه النتائج بتأكيد معطيات الوثيقة 3 (تأثير الكحول).

و - إستغل جميع معطيات التمرين من أجل تمثيل رسم تخطيطي وظيفي لعمل مشبك ذو GABA موضحا فيه تأثير المواد الكحولية.

تمرين 11:

1 - لدراسة المصدر الكهروكيميائي لكمون الراحة والعمل، نقوم بتحليل واستغلال المعطيات التجريبية التالية:

- قام مجموعة من العلماء بتفريغ ليف عصبي عملاق من محتواه الهيولي وأبقى على الغشاء الهيولي في حالة سليمة ثم ملأ المحور المفرغ بمحلول مدروس ذو توتر متوازن نغير به تركيز البوتاسيوم K^+ من 0 - 500 ملي مول/ل مع العلم أن تركيز K^+ في الوسط الخارجي يساوي 20 ملي مول/ل ثم ندخل في المحور إلكترود مجهري لقياس الكمون الغشائي فنحصل على منحنى الوثيقة 1.

الكمون الغشائي (mv)
-60
-10
100 300 500 700
تركيز K^+ ميلي مول/ل داخل الليف

الوثيقة (1)

أ - حلل المنحنى.

ب - إستنتج منشأ كمون الراحة.

2 - نقوم بتسجيل حركة الشوارد عبر الغشاء الهيولي أثناء التنبيه في شروط تجريبية مختلفة، يخضع فيها الغشاء لفرض كمون من - 80 إلى 0 ميلي فولط.

	الشروط	التسجيلات
A	الوسط الخارج خلوي يحتوي على 10 ملي مول/ل من مادة TEA (كلوريد رابع اثيل الأمنيوم) يجعل الغشاء غير نفوذ لأيونات البوتاسيوم k^+	-80 mV، 0، 1، 2
B	الوسط خارج خلوي يحتوي بضع ميلي مول/ل من مادة TTX تيترودوتوكسين تجعل الغشاء غير نفوذ لشوارد الصوديوم Na^+	2
C	الوسط خارج خلوي خال من المادتين (TTX) (TEA)	2
1 - الكمون المفروض، 2 - حركة الشوارد عبر الغشاء الإنخفاض يعبر عن دخول الشوارد والارتفاع يدل على خروج الشوارد		

أ - حلل وفسر التسجيلات في A - B - C ؟.

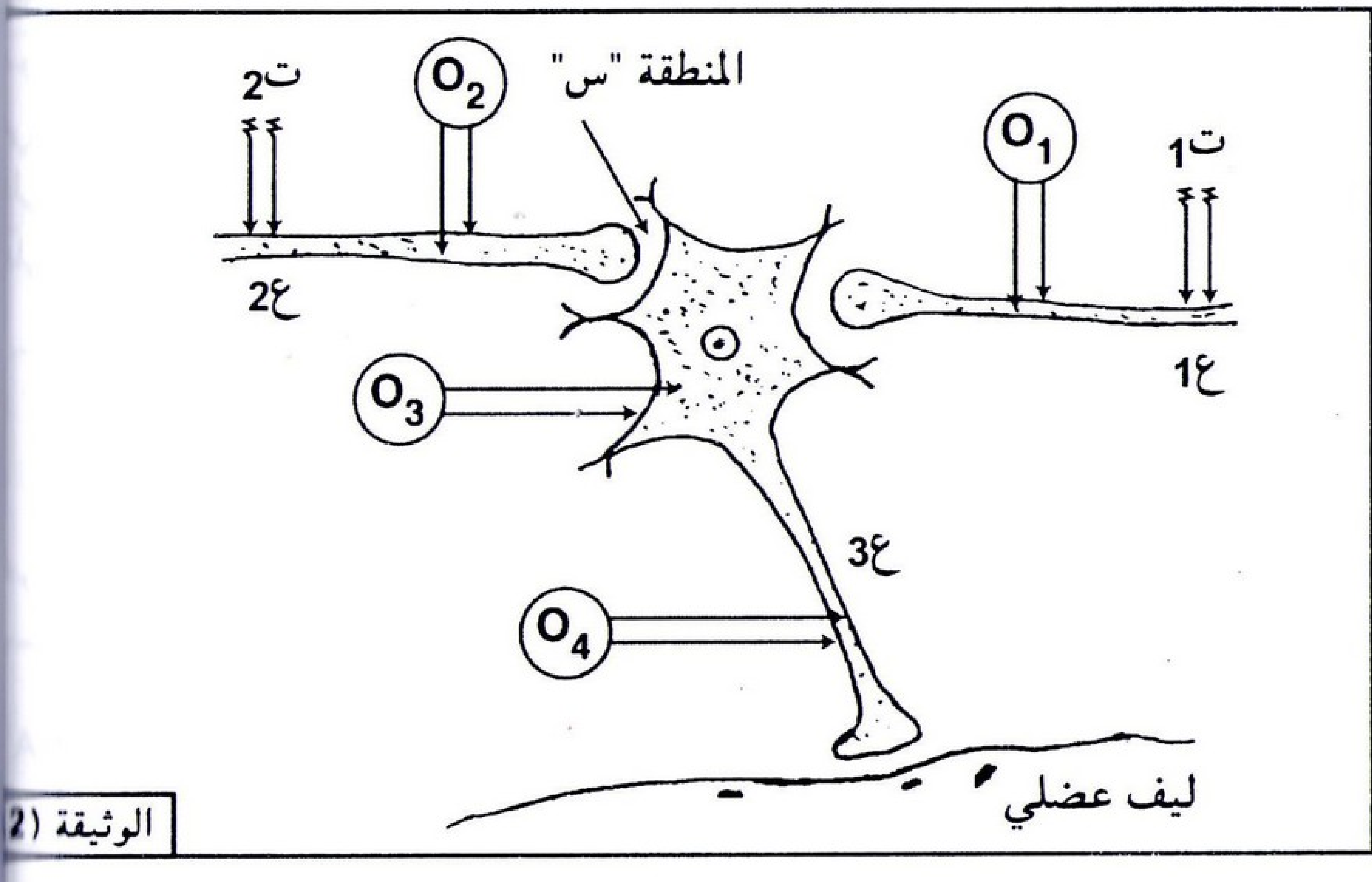
ب - هل هذه النتائج تفسر كمون العمل، بين ذلك؟.

3 ـ نريد التعرف على آلية إنتقال السيالة العصبية في الجهاز العصبي المركز[ي] لشخص والتعرف على كيفية تأثير مهدئ على فرد يعالج ضد القلق.

ـ لتوضيح آلية عمل **GABA** (حمض قاما أمينوبيوتريك) نحقن لبعض الحيوانا[ت] مادة **PICROTOXINE** مادة تثبط الدور الطبيعي لـ **GABA** في الجهاز العصـ[بي] المركزي تظهر على الحيوانات أعراض القلق.

أ ـ حسب هذه الملاحظات ماهو التأثير الإجمالي لـ **GABA** على إنتقال السيا[لة] العصبية أي على القلق؟.

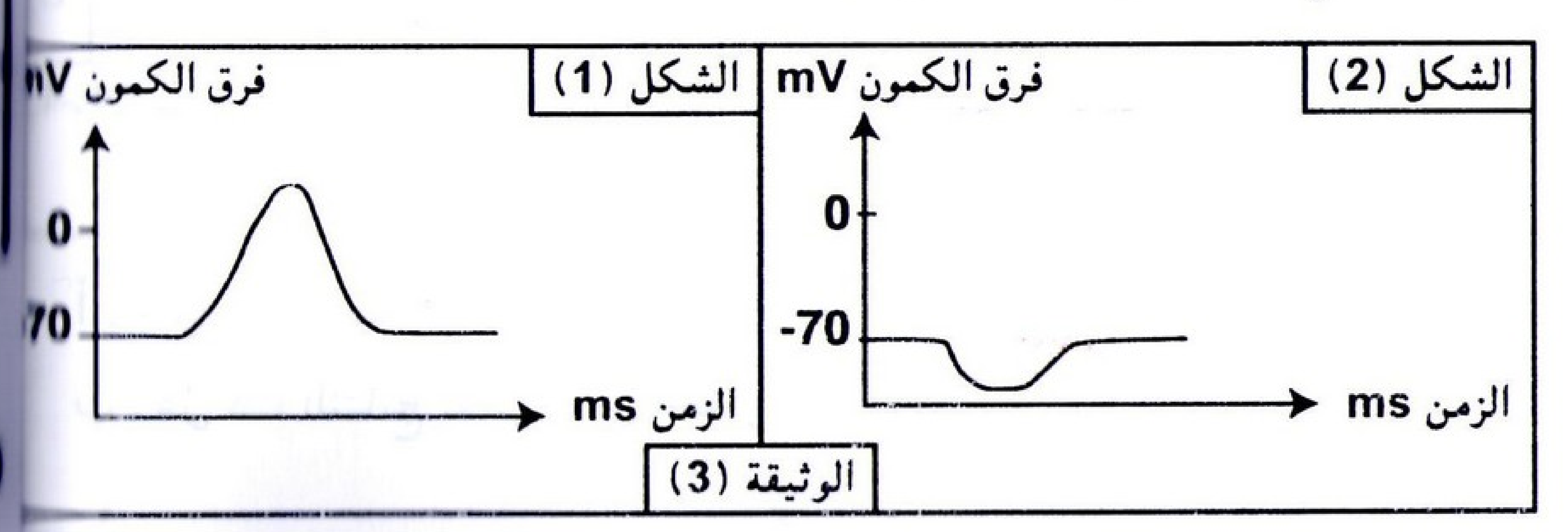
ب ـ تستقبل العصبونات المحركة عدد كبير من التنبيهات العصبية لعصبونا[ت] واصلة كما هو مبين في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

ـ ننبه العصبون ع1 تنبيها فعالا بـ ت1 فنحصل على تسجيل الشكل (1) من الوثيقة (3) [...] O_1 في حين عند تنبيه ع2 بـ ت2 فنحصل على تسجيل الشكل (2) من الوثيقة (3) في O_3

α ـ سمي التسجيلين 1 و 2 من الوثيقة 3.



الوثيقة (3)

[...] ـ في غياب أي تنبيه نحقن المنطقة (س) بكميات "ك1" و "ك2" بحيث أن ك2 > ك1 من الـ **GABA** فنحصل على التسجيلين الممثلين في الوثيقة (4) على مستوى O_3.

فرق الكمون mV
ك1
ك2
70 -
80 -
90 -
الزمن ms
الوثيقة (4)

[...] ـ ماذا تستطيع أن تقول عن مادة الـ **GABA**؟.

[...] ـ ماهو دورها على الحالة الكهربائية للعصبون الحركي ع3؟.

[...] ـ ماهي التسجيلات المتحصل عليها في O_1، O_2، O_4 عند تنبيه ع1 بـ ت1 فعالا؟.

[...] ـ إستنتج دور الوسيطين المفرزين من طرف نهايتي العصبونين الواصلين ع1 و ع2 علما أن تسجيل الشكل 2 من الوثيقة (3) لاينقل على إمتداد غشاء الليف العصبي؟.

[...] ـ تستجيب الليفة العضلية للتنبيهين ت1 و ت2 في آن واحد؟ علل إجابتك؟.

جـ ـ إن تأثير المهدئ **VALIUM** على إنتقال السيالة العصبية في العصبون الحركي إتضح حاليا أنه يعمل على نفس البنيات الخاصة بـ **GABA** في مستوى المنطقة (س).

ـ قدم فريق من الباحثين النتائج التالية:

ـ **VALIUM** مقويا لعمل **GABA** ويساعد على التصدي للقلق في النوبات الصادرة.

ـ **VALIUM** يؤثر على إرتفاع نفاذية غشاء الخلايا العصبية للكلور Cl^-.

ـ والمقارنة بين **VALIUM** و **GABA** كمايلي:

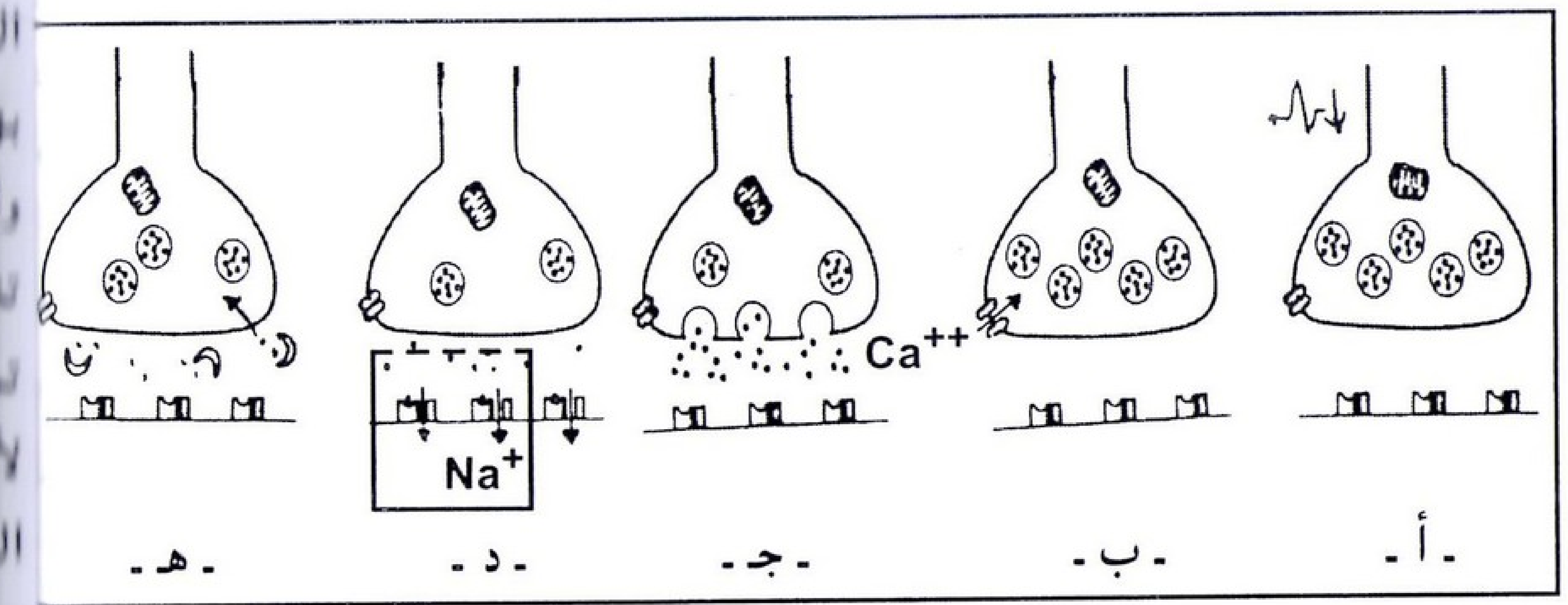
خصائص قناة الكلور Cl^-		النشاط الخاص بالخلايا العصبية
عدد القنوات المفتوحة	مدة الإنفتاح (ميلي ثانية)	
48	23	وضع GABA (-70)
92	29	وضع VALIUM + GABA (-70)

ـ حلل النتائج وهل قدمت تفسيرا للتسجيل (2) من الوثيقة (3)؟.

4 ـ هناك نوعان من الإتصالات (المشابك) الموجودة بين العناصر العصبية في العضوية من حيث التبليغ ما هما؟ قارن بينهما.

تمرين 12:

1 - تمثل الوثيقة (1) الموالية رسوما تخطيطية لمراحل آلية النقل المشبكي.



الوثيقة (1)

أ - رتب أشكال الوثيقة حسب تسلسلها الزمني الطبيعي؟.

ب - أعد رسم الجزء المؤطر من الشكل - د - تبرز فيه عمل القنوات النوعية المرتبطة بالكيمياء بعد تثبيت المبلغ العصبي عليها.

ج - علق باختصار على كل شكل من أشكال الوثيقة - 1 -.

2 - لإظهار دور بعض المواد الكيميائية (مبلغات عصبية، مواد مخدرة) على مستوى المشبك أجريت التجربة التالية على مستوى ثلاث مشابك عصبية - عصبية حيث يتم حقن المادة الكيميائية في الفراغ المشبكي تسجل الظواهر الكهربائية للغشاء بعد المشبكي بواسطة جهاز راسم الإهتزاز المهبطي، النتائج المحصل عليها كانت كما يلي (الوثيقة 2).

المشبك	المادة المحقونة	طبيعتها	التسجيل الملاحظ
1	الأستيل كولين	مبلغ عصبي	70 -
2	حمض غامابيوتيريك (GABA)	مبلغ عصبي	70 -
3	الكورار ثم الأستيل كولين	مخدر + مبلغ عصبي	70 -

الوثيقة (2)

أ - قدم عنوانا مناسبا للتسجيلات المحصل عليها.

ب - فسر إختلاف النتائج المحصل عليها.

ج - دعم إجابتك برسم تخطيطي مبسط يظهر تأثير هذه المواد الكيميائية على مستوى المشابك.

تمرين 13: BAC 2008

نستعرض الدراسة التجريبية التالية لغرض فهم الآلية التي تنتقل بها الرسالة العصبية عبر الألياف والمشابك العصبية، لذلك نحدث تنبيهات فعالة على عصبون محرك تم الحصول عليه من النخاع الشوكي لأحد الثديات، كما هو مبين في الوثيقة (1).

الوثيقة (1)

I - 1 - أعطى التنبيه الفعال في:

- ت1 : التسجيلات المشار إليها في الأجهزة: ج1 ، ج4 ، ج5 من الوثيقة (2).
- ت2 : التسجيلات المشار إليها في الأجهزة: ج2 ، ج4 ، ج5 من الوثيقة (2).
- ت3 : التسجيلات المشار إليها في الأجهزة: ج3 ، ج4 ، ج5 من الوثيقة (2).

التنبيه في	ج5	ج4	
التنبيه في: ت1	ج5	ج4	ج1
التنبيه في: ت2	ج5	ج4	ج2
التنبيه في: ت3	ج5	ج4	ج3
التنبيه في: ت1 ت2 في آن واحد	ج5	ج4	
التنبيه في: ت1 ت2 ت3 في آن واحد	ج5	ج4	

الوثيقة (2)

- ماطبيعة المشبك في كل حالة من الحالات الثلاث؟، علل إجابتك.

2 - أعطى التنبيه الفعال في:

- ت1 و ت2: في آن واحد التسجيلات المشار إليها في الجهازين: ج4 ، ج5.
- ت1، ت2 و ت3: في آن واحد التسجيلات المشار إليها في الجهازين: ج4، ج5.
- كيف تفسر التسجيلات المحصل عليها في كل من الجهازين : ج4 ، ج5 في الحالتين؟

II - أ - وضح على المستوى الجزيئي آلية تأثير المبلغ العصبي في حالة التنبيه في ت1 وفي ت2، دعم إجابتك برسم وظيفي تضع عليه البيانات.

ب - إستعانة بما سبق إشرح كيف يعمل العصبون المحرك على إدماج الرسائل العصبية.

تمرين 14:

1 ـ الوثيقة (1) تبين مظاهر منطقة التمفصل بين الخليتين "أ"، "ب" بعد تنبيه الخلية "أ" بتنبيهات متزايدة الشدة.

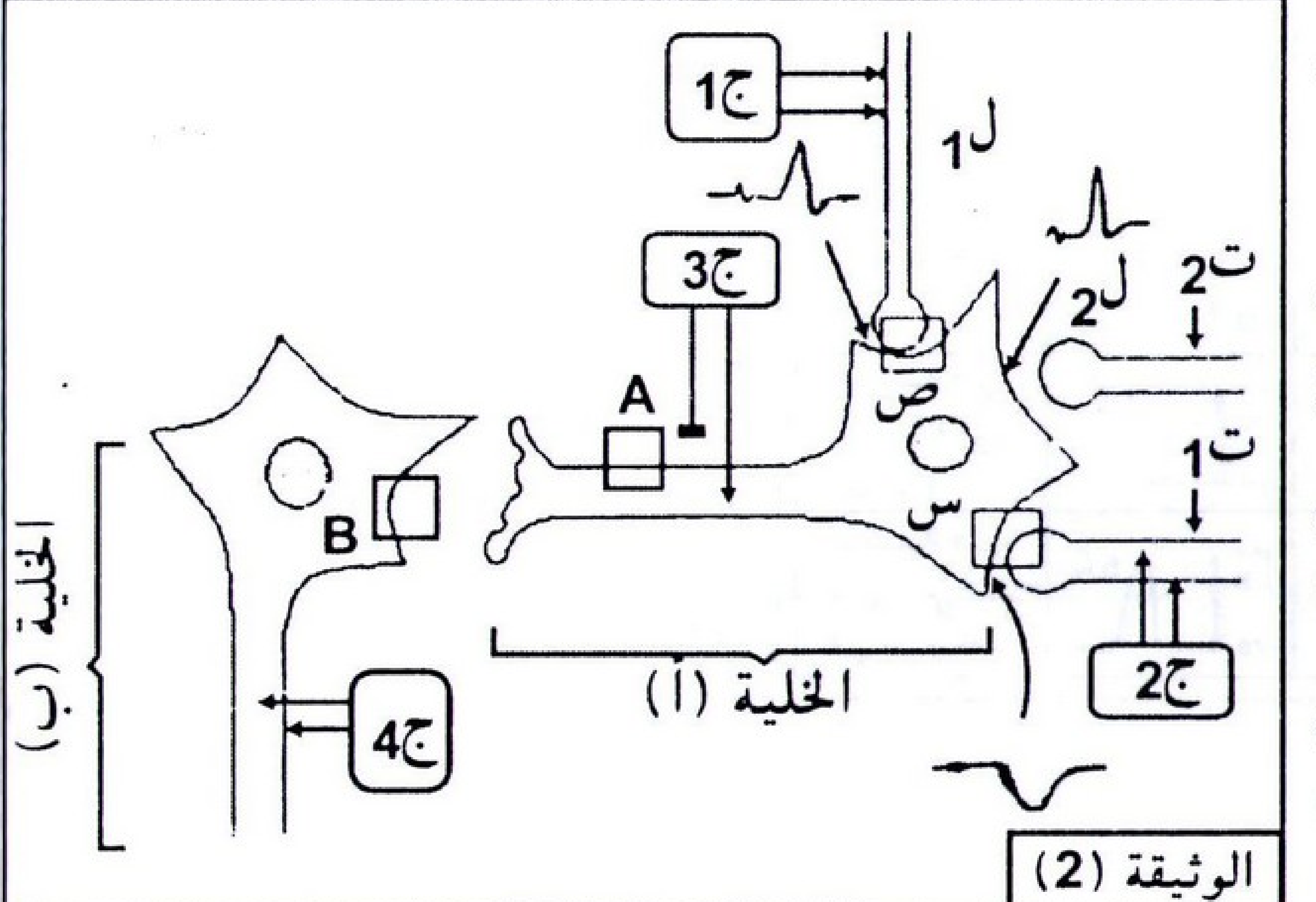
أ ـ تعرف على البيانات حسب الترقيم المرفق.

ب ـ ماهي العلاقة التي يمكنك إستخلاصها من تحليل الوثيقة (1) بين العناصر 1 و 2؟.

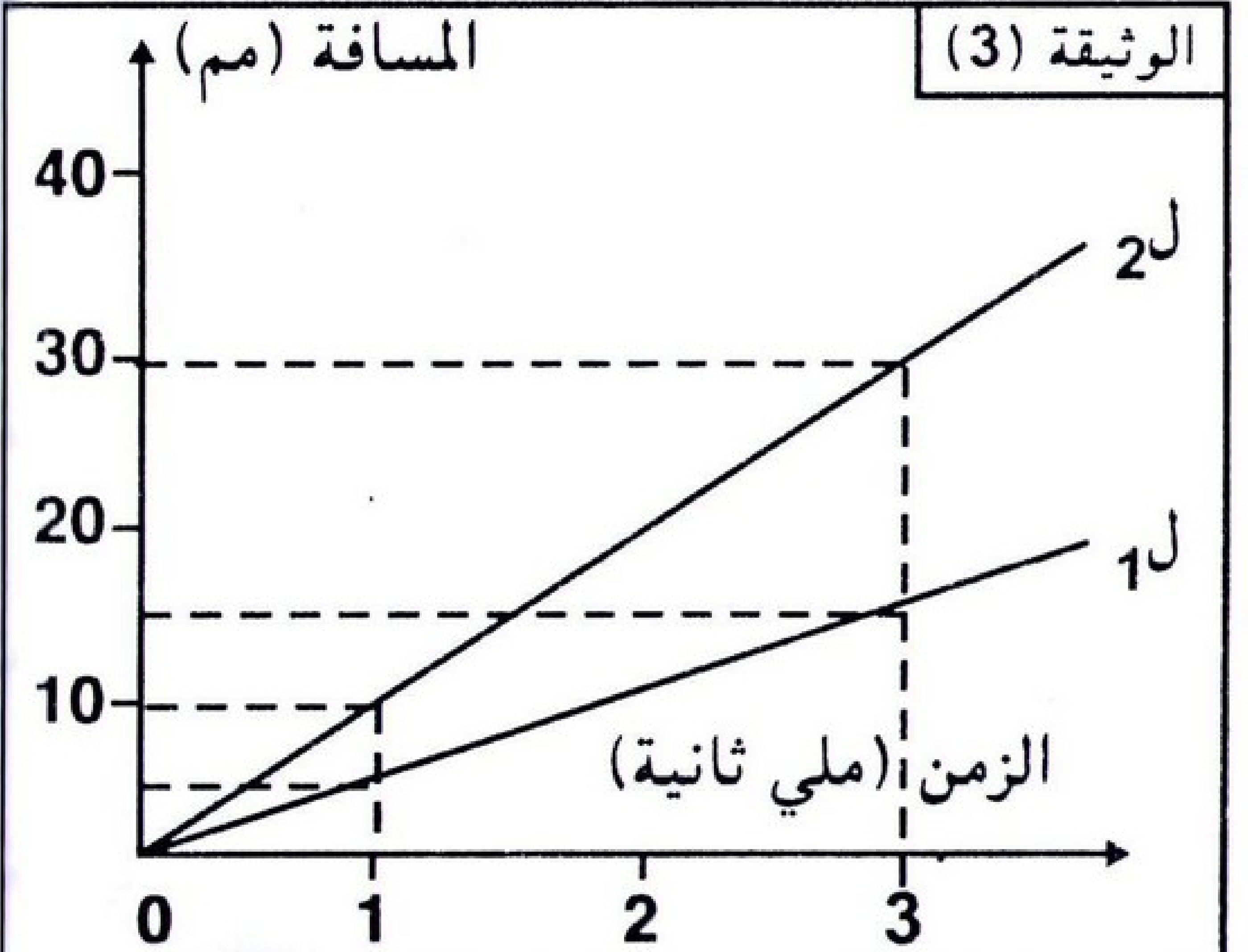
جـ ـ في منطقة التمفصل يوجد تشفير كيميائي بين تشفيرين كهربائيين، وضح هذه العبارة

الوثيقة (1)

2 ـ عند حساب سرعة السيالة العصبية في "ل1" و "ل2" من الوثيقة (2) تحصلنا على النتائج الممثلة في منحنيات الوثيقة (3) في نفس الشروط.



الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

أ ـ لاحظ الوثيقة (2) جيدا ثم حدد نوع المشبك "س" والمشبك "ص".

ب ـ أي من الليفين "ل1" أو "ل2" سرعته أكبر؟.

جـ ـ أحسب سرعة السيالة العصبية في كل من الليفين بين 1 و 3 ملي ثانية. هل هذا يؤكد إجابة السؤال؟.

3 ـ للتعرف على كيفية إنتقال السيالة العصبية من الخلية (أ) إلى الخلية (ب) عزلنا حويصلات غشائية بطريقة الأمواج الفوق صوتية من المنطقتين A و B للوثيقة (2)، نضع الحويصلات في وسط مناسب يحتوي على الصوديوم المشع ثم نقوم بمتابعة الإشعاع. إن النتائج وشروط التجربة موضحة في جدول الوثيقة (4).

رقم التجربة	(1) تنبيه فعال للحويصل		(2) إضافة الأستيل كولين	
الحويصل	A	B	A	B
محتوى الوسط: محلول فيزيولوجي و Na^+ مشع	○	○	○	○
ظهور الإشعاع داخل الحويصلات	+	-	-	+

الوثيقة (4)

أ ـ حلل وفسر النتائج.

ب ـ هل تتأثر النتائج السابقة بإضافة الكورار، وضح ذلك.

تمرين 15:

أ ـ إستعمل الهنود الحمر الرماح المطلية بالكورار في صيد الحيوانات والتي تسبب شللا على مستوى العضلات.

ـ كيف تؤثر هذه المادة على العضلات وتصيبها بالشلل؟ من أجل ذلك نقوم بدراسة الوثائق التالية: الوثيقة (1) تبين رسم تفسيري لصورة مشبك عصبي ـ عضلي بالمجهر الإلكتروني، والوثيقة (2) تبين تركيب تجريبي لليف عصبي محرك معزول من ضفدع ومتصل بعضلة (شكل 1)، أما شكل 2 فيبين النتائج التجريبية المحصل عليها عند إجراء تنبيه فعال في النقطة 1.

1 ـ ضع بيانات العناصر المرقمة من الوثيقة (1).

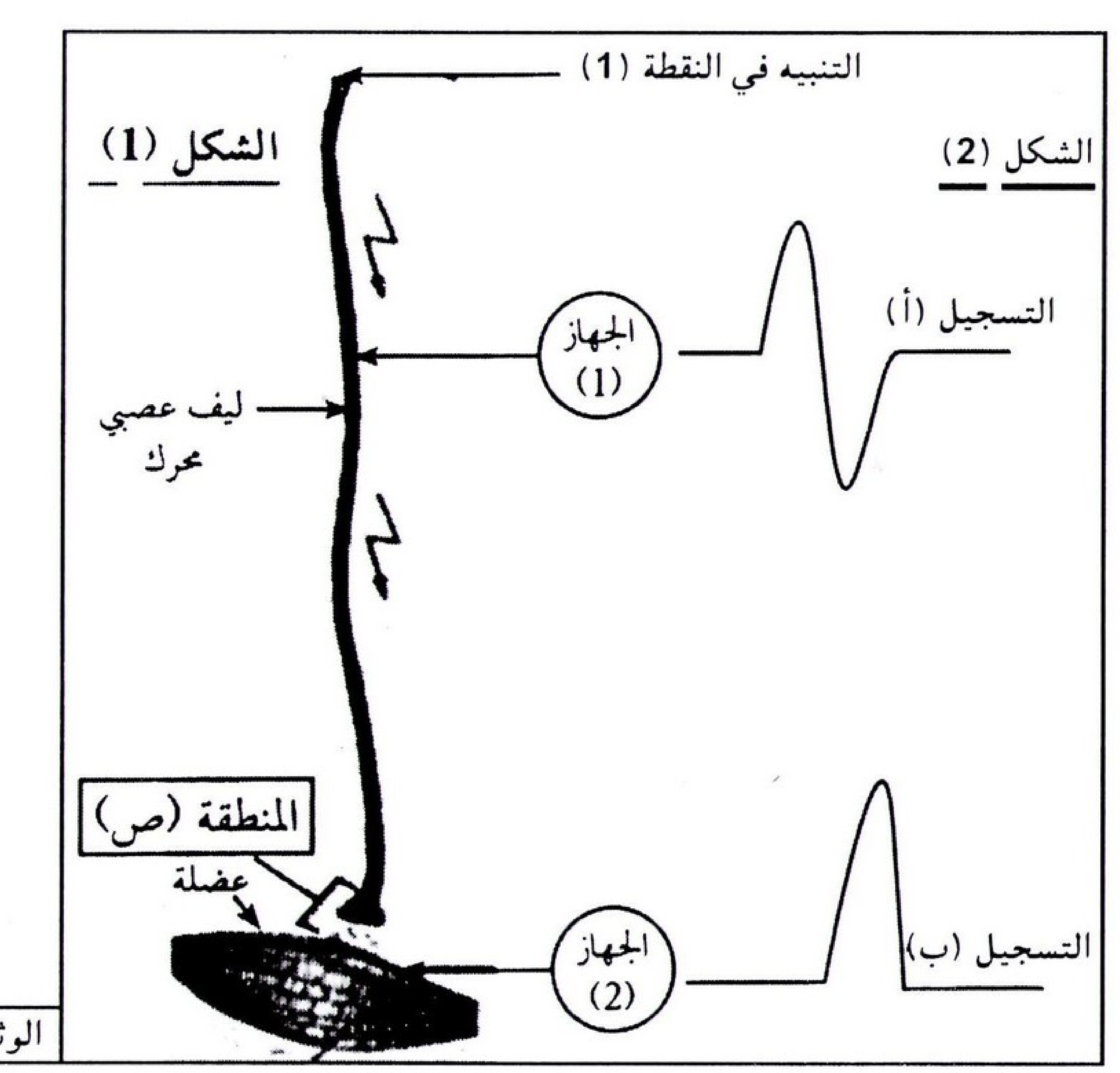
2 ـ ماهي المعلومة المستخرجة من مقارنة التسجيلين (أ و ب) من الوثيقة (2).

الوثيقة (1)

ب ـ التحليل الكيميائي للعناصر (س) المبينة بالوثيقة (**1**) وجد أنها غنية بالأستيل كولين، نستعمل محتوى العناصر ونجري التجربتين التاليتين :

التجربة (أ): حقن الأستيل كولين في المنطقة (ص) من التركيب التجريبي المبين في الشكل (**1**) من الوثيقة (**2**)، تحصلنا على التسجيل (ب) فقط من الوثيقة (**2**).

التجربة (ب): حقن مادة الكورار في المنطقة (ص) من التركيب التجريبي المبين في الشكل (**1**) مع تنبيه فعال في النقطة (**1**)، تحصلنا على التسجيل (أ) فقط من الوثيقة (**2**).



الوثيقة (**2**)

1 ـ إستعمل معلوماتك حول عمل المشبك، وفسر نتائج التجربة (أ).

2 ـ ماذا تستنتج من مقارنة نتائج التجربة (أ) بنتائج التجربة (ب)؟.

3 ـ لو حقنا الأستيل كولين في هيولي العنصر البعد مشبكي دون تنبيه لم نحصل على أي من التسجيلين (أ) و (ب).

4 ـ لو حقنا الأستيل كولين المشع في المنطقة (ص) لوجدنا الإشعاع على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي، ماهي المعلومات الإضافية المستنتجة؟.

5 ـ مثل برسم توضح فيه العلاقة الموجودة بين جزيئات الكورار والبروتينات الغشائية في المنطقة (ص).

6 ـ هل تمكنك النتائج المتوصل إليها من تفسير كيفية حدوث الشلل بتأثير مادة الكورار؟ وضح ذلك.

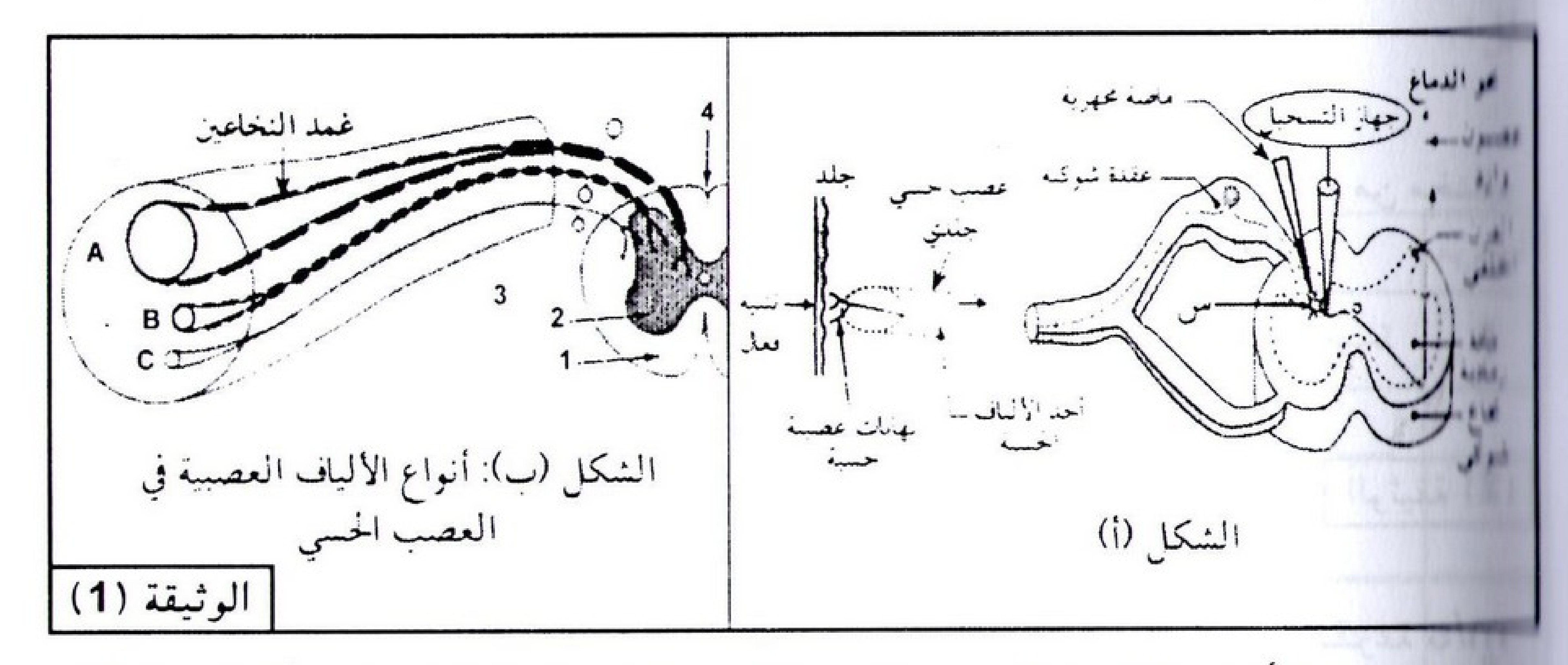
تمرين 16:

تتدخل المراكز العصبية في مختلف الإحساسات التي يشعر بها الفرد من دفئ، برودة، ألم أو نشوة، وتلعب المشابك دورا هاما في إيصال هذه الإحساسات، ليتم إدماجها بعد ذلك. إلا أن هناك جزيئات كيميائية خارجية مثل المخدرات تتدخل في مستوى هذه المشابك لتحدث خللا في عملها.

من أجل إظهار تأثير المخدرات على مستوى المشابك؟ وماهي إنعكاساتها نقوم بالدراسة التالية:

أ ـ تمثل الوثيقة (**1**) الشكل (أ) رسما تخطيطيا لتركيب تجريبي يمكننا من دراسة العناصر المتدخلة في الإحساس بالألم، حيث التسجيلات تمت في مستوى العصبون الوارد إلى الدماغ.

الشكل (ب): يمثل رسم تخطيطي يوضح أنواع الألياف المتواجدة في العصب الحسي الجلدي.



الشكل (ب): أنواع الألياف العصبية في العصب الحسي

الشكل (أ)

الوثيقة (**1**)

ـ قارن بين الألياف المكونة للعصب الحسي الموضحة في الشكل (ب) من الوثيقة (**1**).

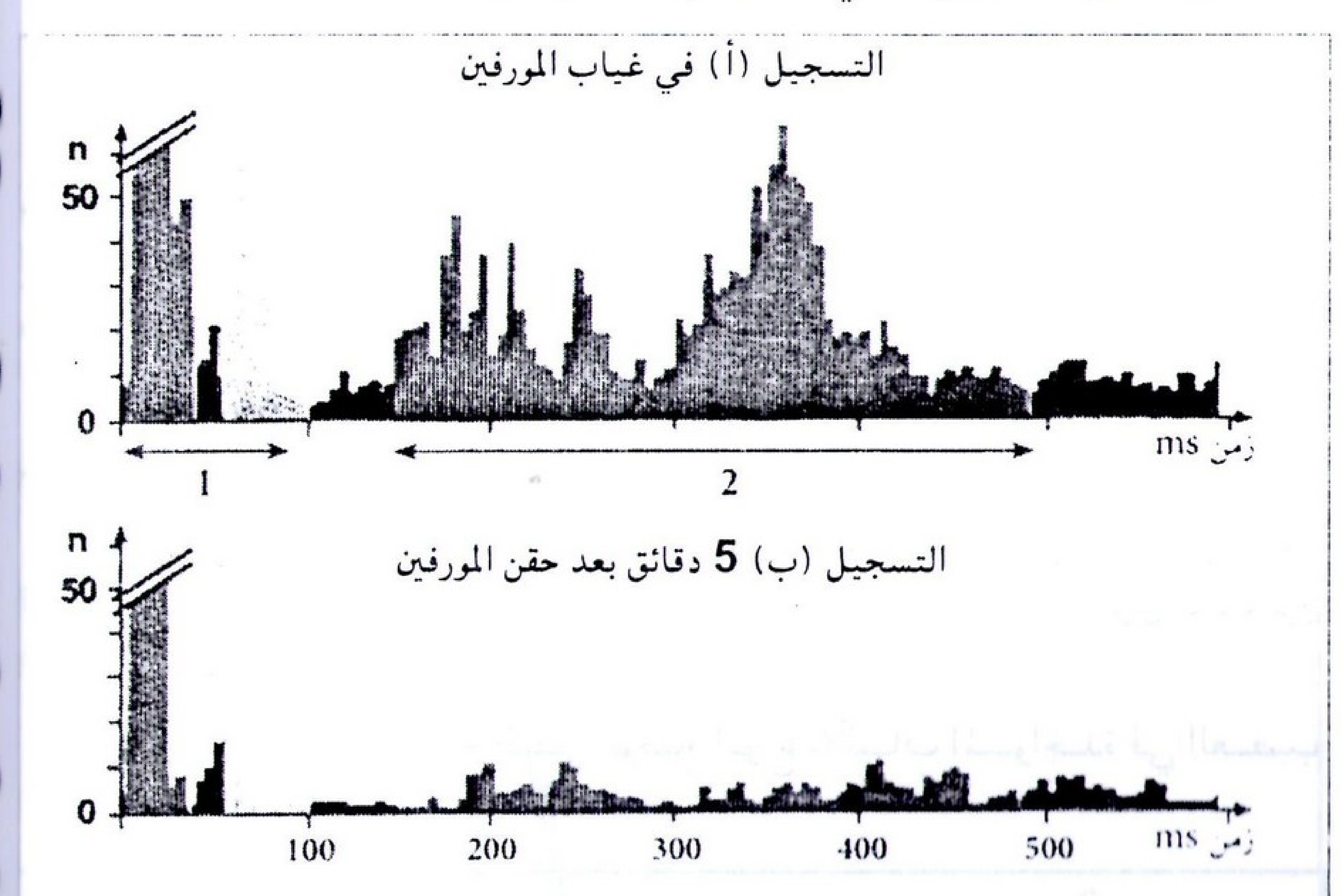
ب ـ تمثل الوثيقة (**2**) النتائج التجريبية المتحصل عليها في التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) للوثيقة (**1**) حيث:

التسجيل (أ): تم الحصول عليه بعد تنبيه قوي في الجلد أدى إلى إحساس بألم خاطف (**Douleur rapide**) متبوع بألم متأخر ولفترة أطول (**Douleur lente**).

التسجيل (ب): تم الحصول عليه بعد نفس التنبيه السابق لكن بعد حقن مادة المورفين في المنطقة (س) من الشكل (أ) للوثيقة (**1**).

1 ـ قدم تحليلا مقارنا للتسجيلين (أ و ب)؟ ثم إستنتج دور المورفين؟.

2 ـ بالإعتماد على نتيجة المقارنة قدم فرضيات تعلل بها سبب التأخر الزمني للتسجيل **2** عن التسجيل **1** في التسجيل (أ) من الوثيقة (**2**).



n: عدد كمونات العمل المسجلة في العصبونات الواردة إلى الدماغ.

- الألوان الفاتحة تمثل تسجيلات العصبون الوارد بعد وصول السيالة العصبية إليه من مختلف الألياف العصبية إلى العصب الحسي الجلدي.
- اللون الأسود يمثل النشاط التلقائي العادي للعصبون الوارد.

1: التسجيلات المسؤولة عن الألم الخاطف.

2: التسجيلات المسؤولة عن الألم المتأخر.

الوثيقة (2)

جـ ـ للتحقق من صحة إحدى الفرضيات مكنت دراسة سرعة السيالة العصبية في ألياف العصب الحسي الممثل في الشكل (ب) من الوثيقة (**1**) من الحصول على النتائج الممثلة في الوثيقة (**3**).

نوع الألياف	القطر µm	السرعة m/s
الألياف A	4 - 1	24 - 6
الألياف C	1 - 0,5	2 - 1

الوثيقة (3)

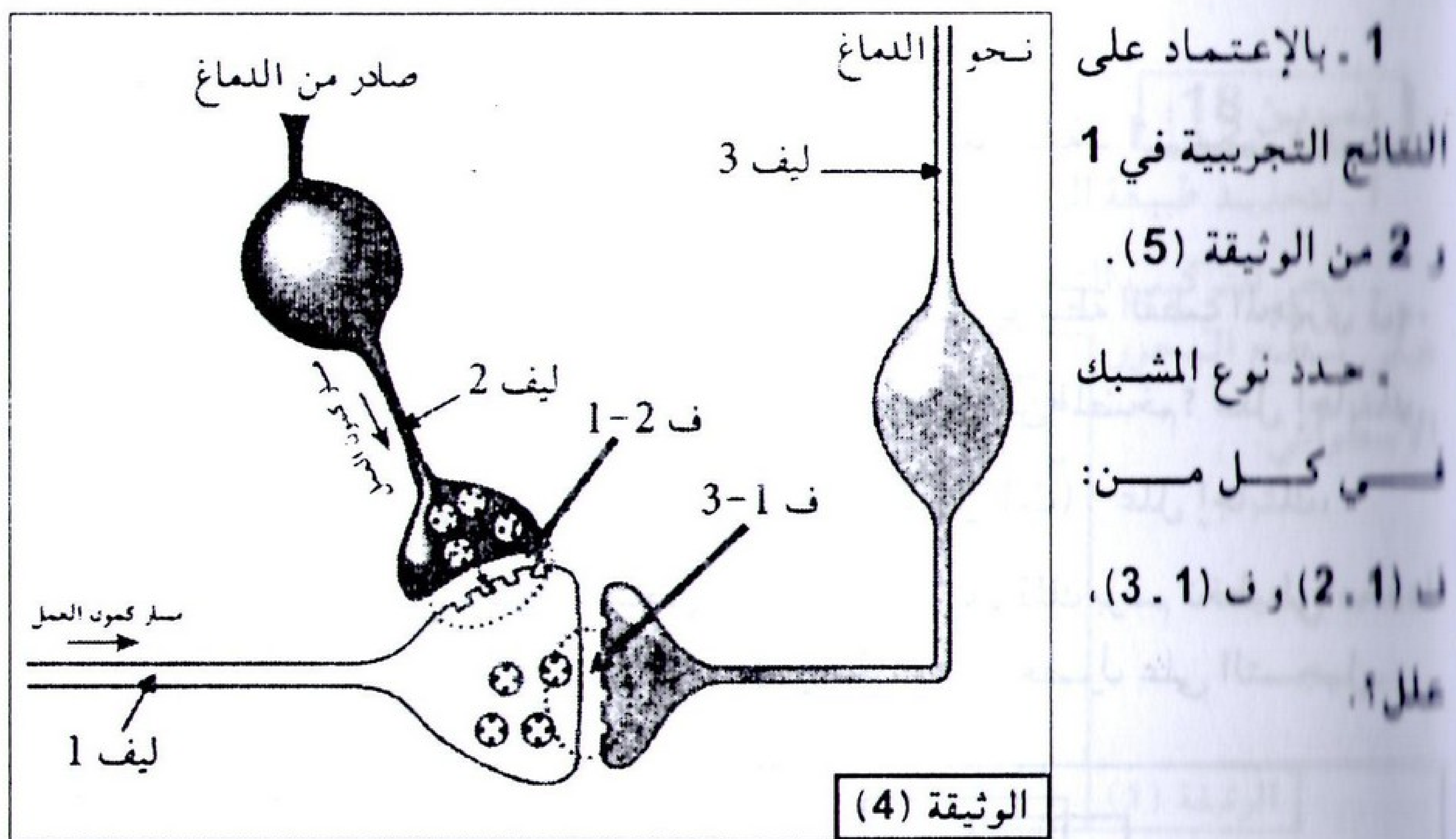
1 ـ حلل نتائج الجدول، ماذا تستنتج؟.

2 ـ هل تسمح لك هذه النتائج من التحقق من الفرضيات السابقة؟.

3 ـ بناءا على ماسبق وعلى نتائج التسجيلات (ب) من الوثيقة (**2**)، علل إستعمال المورفين في المجال الطبي.

د ـ لمعرفة مقر تأثير المورفين نحقق الأعمال التجريبية التالية:

المرحلة **1** : تمثل الوثيقة (**4**) رسما تخطيطيا للبنيات المتواجدة على مستوى المنطقة (س) للشكل (أ) من الوثيقة (**1**)، بينما الوثيقة (**5**) فتمثل نتائج تجريبية لتنبيهات أجريت على مختلف الألياف العصبية للوثيقة (**4**).



الوثيقة (4)

1 ـ بالإعتماد على النتائج التجريبية في **1** و **2** من الوثيقة (**5**).

ـ حدد نوع المشبك في كل من: ف (**1** ـ **2**) و ف (**1** ـ **3**)، علل!.

التجربة	التنبيه	التحليل الكيميائي في مستوى المشابك	النتيجة
1	تنبيه كهربائي في الليف 1	إرتفاع تركيز المادة P في مستوى ف1 - 3	إحساس بالألم
2	تنبيه كهربائي في الليف 2 وفي الليف 1	إرتفاع تركيز مادة الأنكيفالين في مستوى ف2 - 1 وتناقص المادة P في مستوى ف 1 - 3	عدم الإحساس بالألم
3	حقن المورفين في المنطقة (ف2 - 1) + تنبيه كهربائي في 1	تناقص المادة P في مستوى ف1 - 3	عدم الإحساس بالألم.

الوثيقة (5)

2 ـ بالربط بين نتائج التجربتين **1** و **2** من الوثيقة (**5**) وشكل الوثيقة (**4**) أوجد علاقة بين: المادة P، مادة الأنكيفالين، والإحساس الناتج.

3 ـ ماذا تستنتج من مقارنة نتائج التجربتين 2 و 3 من الوثيقة (5)؟.

4 ـ قدم إذا فرضيات تفسر كيفية تأثير المورفين.

هـ ـ إذا علمت أن مستقبلات المورفين تتواجد في المادة الرمادية وأن لجزيئات المورفين والأنكيفالين نهايات متماثلة تتكامل مع مستقبلات الإنكيفالين النوعية.

1 ـ هل تسمح هذه المعلومات من التحقق من فرضياتك السابقة؟ علل.

2 ـ بالإعتماد على ماتوصلت إليه من معلومات قدم تفسيرا للتسجيلين (أ و ب) من الوثيقة (2).

تمرين 17:

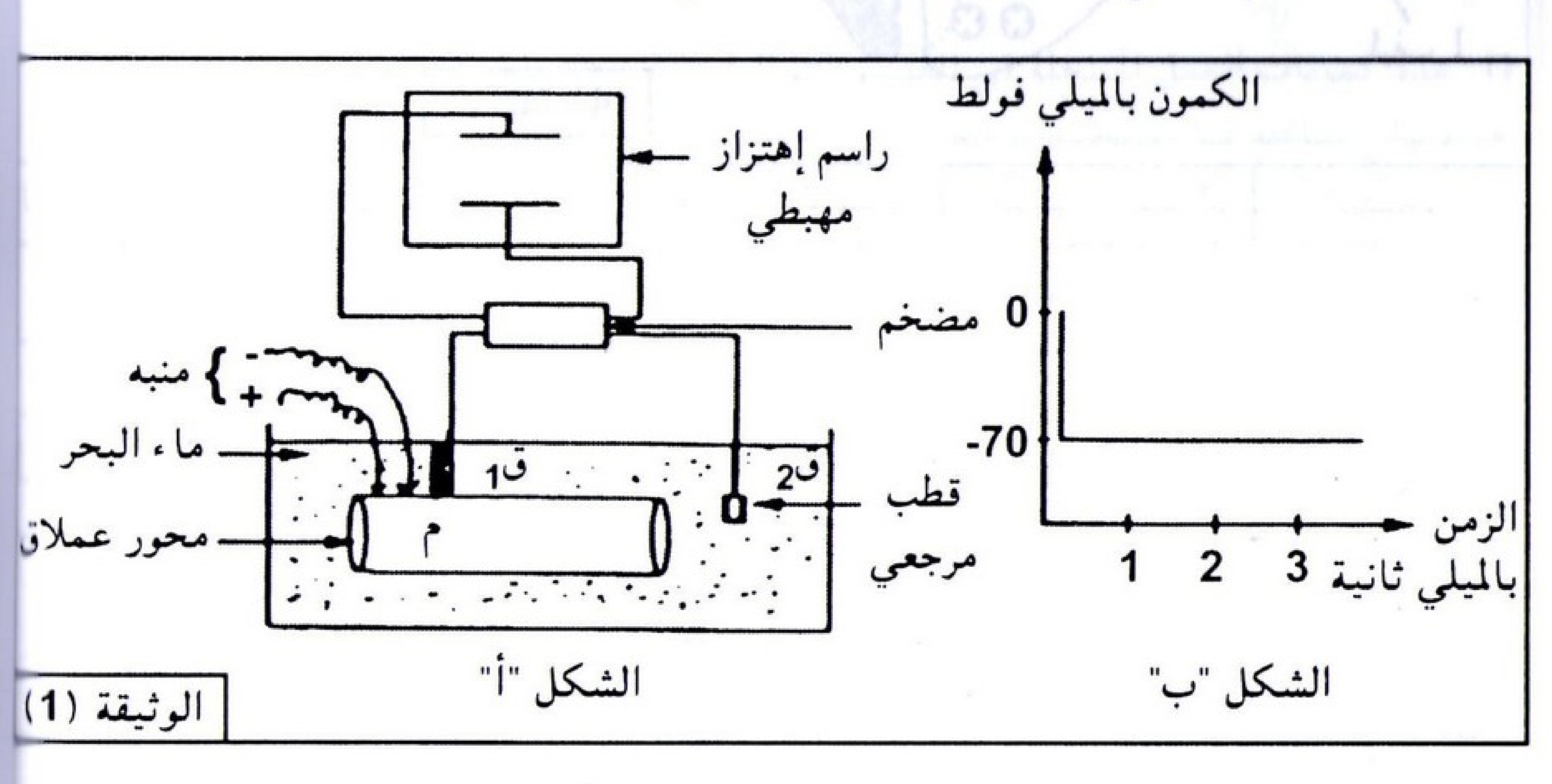
بفضل التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) للوثيقة ـ 1 ـ يمكن دراسة الظواهر الفيزيولوجية لليف العصبي.

1 ـ الشكل (ب) للوثيقة ـ 1 ـ ناتج عن التغير في الكمون بواسطة القطب المجهري $ق_1$.

أ) ما دور راسم الإهتزاز المهبطي؟، هل يمكن الإستغناء عن المضخم؟ علل إجابتك.

ب) كيف نسمي التغير في الكمون المشاهد في الشكل (ب)؟ علل إجابتك.

جـ) ماهي الخاصية التي يظهرها تسجيل الشكل (ب)؟ بين ذلك برسم تخطيطي محددا على نفس الرسم موضع قطب الإستقبال $ق_1$ الذي يمكننا من الحصول على التسجيل.



الوثيقة (1)

2 ـ ننبه المحور العملاق تنبيها فعالا في النقطة (م) من التركيب التجريبي للوثيقة (1) نتحصل على التسجيل الممثل في الوثيقة (2).

الوثيقة (2)

ـ ضع عنوانا للوثيقة (2) وحلل المنحنى المحصل عليه.

تمرين 18:

I ـ لتحديد طبيعة الرسالة العصبية نجرى الدراسة التالية باستعمال ليف عصبي للكلمار.

ـ ننجز التركيب التجريبي الممثل بالوثيقة (1) في الزمن $ز_0$ نضع الألكترود $م_1$ على سطح المحور الأسطواني.

الوثيقة (1)

ـ في الزمن $ز_1$ ندخل الإلكترود في المحور الأسطواني.

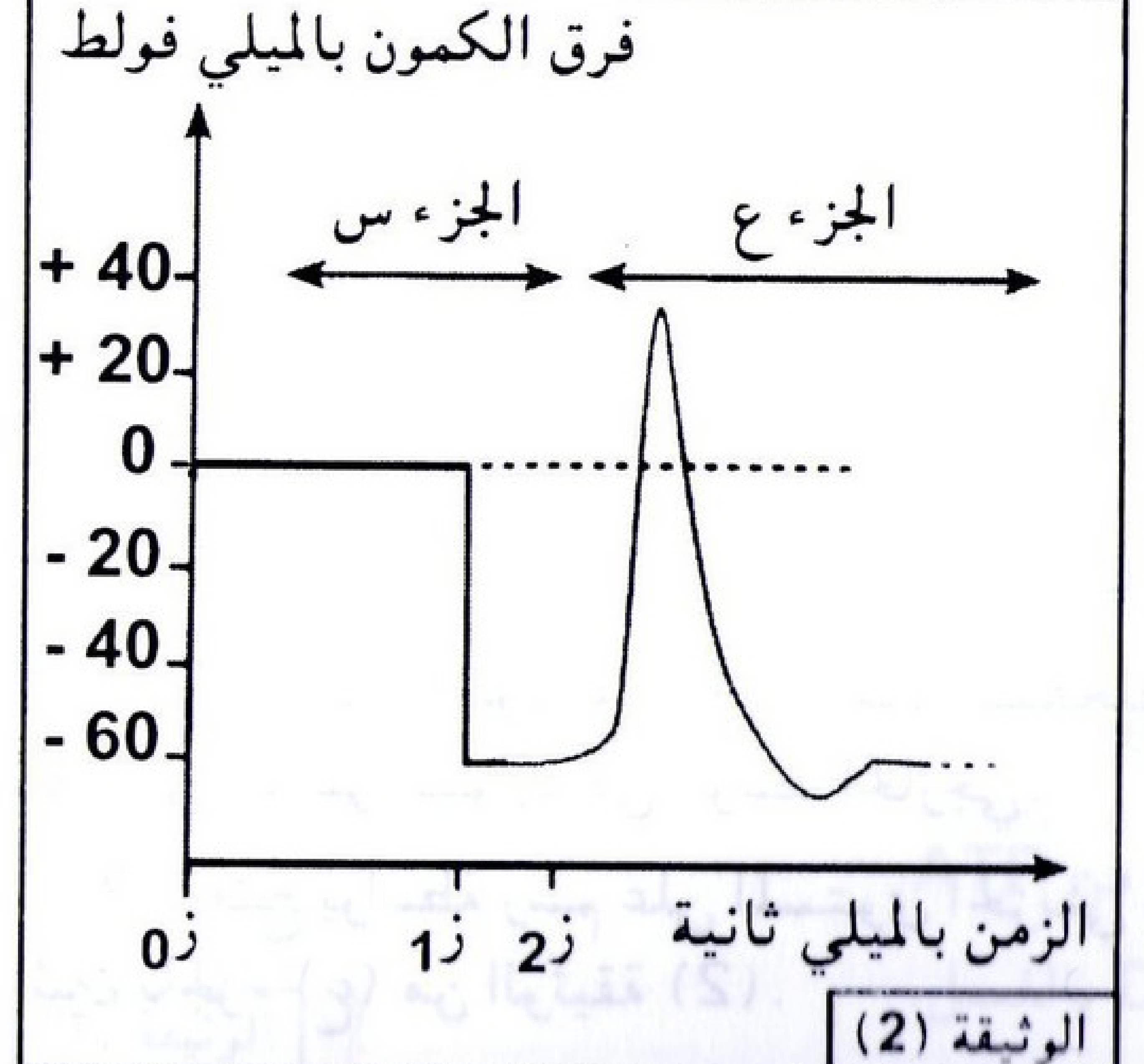
ـ في الزمن $ز_2$ ننبه المحور تنبيها فعالا.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2).

1. حلل الجزء (س) من الوثيقة (2)، وماذا تستنتج؟.

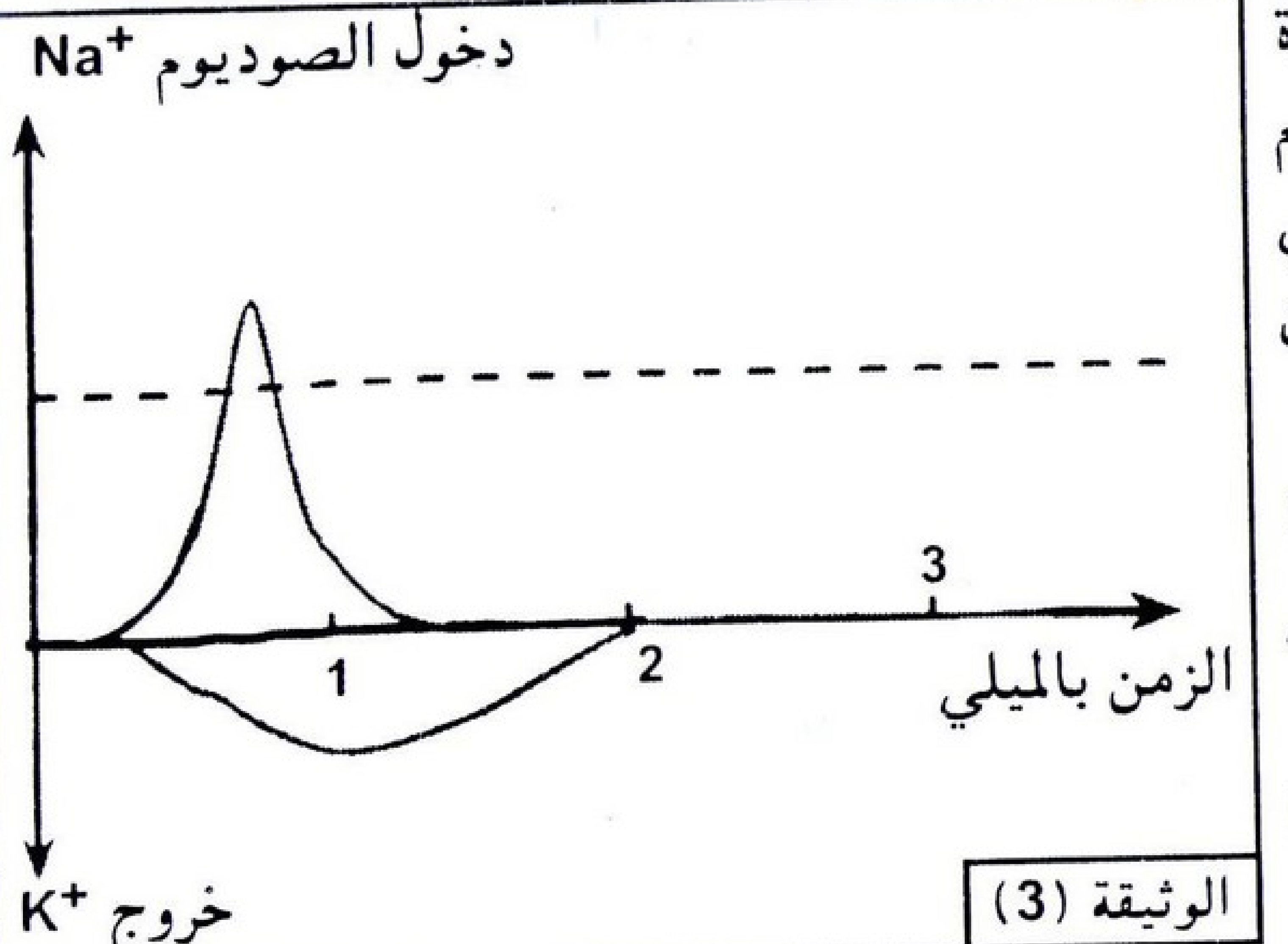
2. ماذا يمثل الجزء (ع) من الوثيقة (2)؟ علل الإجابة.

3. حلل الظاهرة الممثلة بالجزء (ع)، وماذا تستنتج؟.



الوثيقة (2)

الوثيقة (3) تبين هجرة شوارد الصوديوم والبوتاسيوم بين الوسط الخارجي والداخلي التي ترافق الجزء (ع) من الوثيقة (2).



الوثيقة (3)

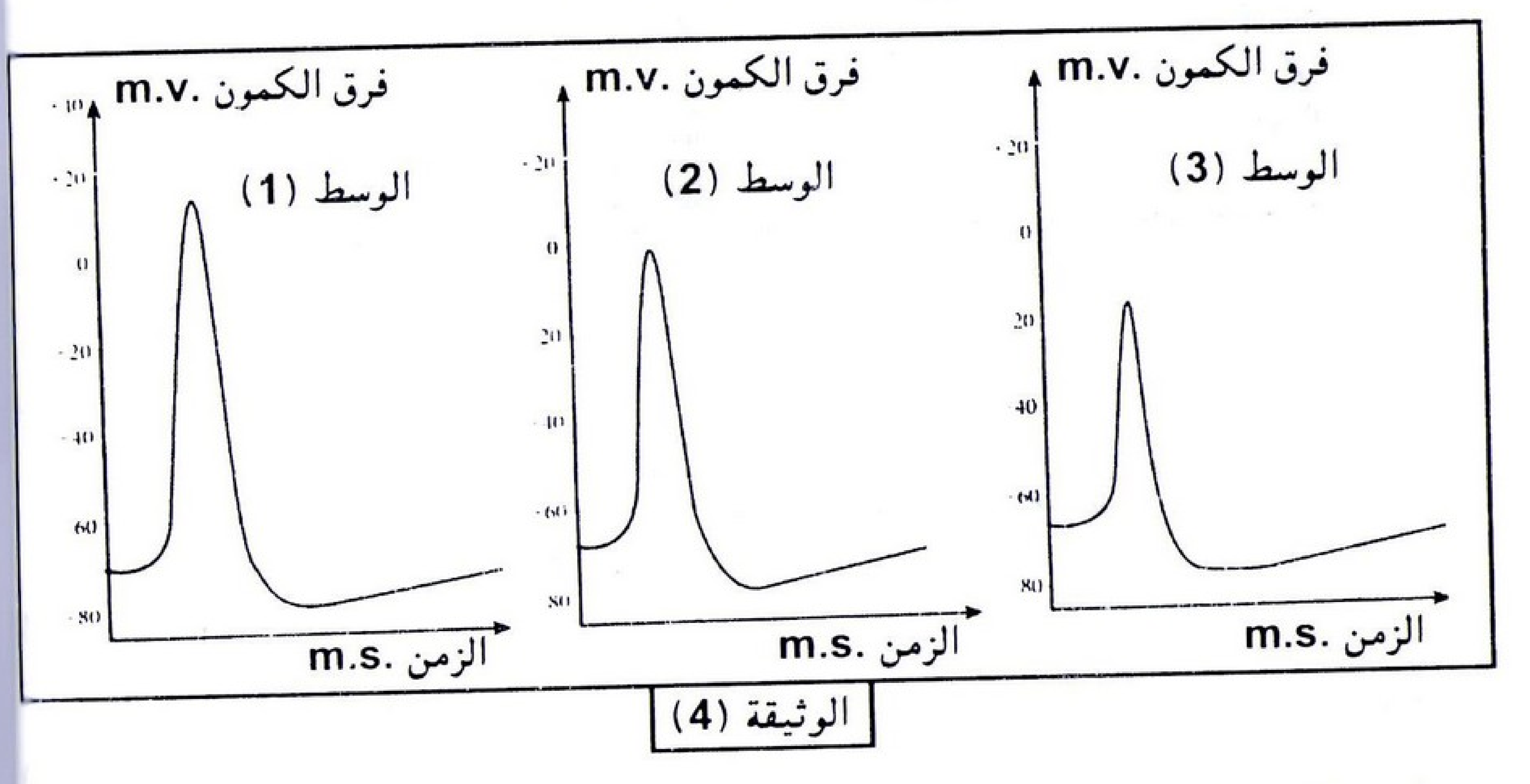
4 - قدم تفسيرا كيميائيا للجزء (ع) معتمدا على نتائج الوثيقة (3).

5 - ماذا تستخلص فيما يخص طبيعة السيالة العصبية؟.

II - تمثل الوثيقة (4) نتائج تجارب أجريت على الليف العصبي العملاق للكلمار (أعمال هودكين وكاتز) حيث تم وضعه في ثلاثة أوساط مختلفة:

- الوسط (1) به ماء بحر يحتوي على شوارد الصوديوم (453 ميلي مول/ل).
- الوسط (2) به 50% ماء بحر و 50% محلول غلوكوزي.
- الوسط (3) به 33% ماء بحر و 67% محلول غلوكوزي.

النتائج التجريبية موضحة في منحنيات الوثيقة (4).



الوثيقة (4)

1 - حلل نتائج الوثيقة (4)، وماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين الكمون الغشائي وتركيز الشوارد في الوسط الخارجي.

2 - وضح بواسطة رسم على المستوى الجزيئي الآلية التي أدت إلى ظهور الكمون المبين بالجزء (ع) من الوثيقة (2).

تمرين 19:

يلعب الغشاء الهيولي لليف العصبي دورا أساسيا في تغير الكمون من أجل التعرف على هذا الدور نجري سلسلة التجارب التالية:

1 - يقدم الجدول التالي التركيب الأيوني (K^+, Na^+) لكل من المحور العملاق ودم الكلمار وماء البحر.

الأيونات	هيولي المحور	دم الكلمار	ماء البحر
	القيم بالميلي مول / لتر		
Na^+	50	440	460
K^+	400	20	10

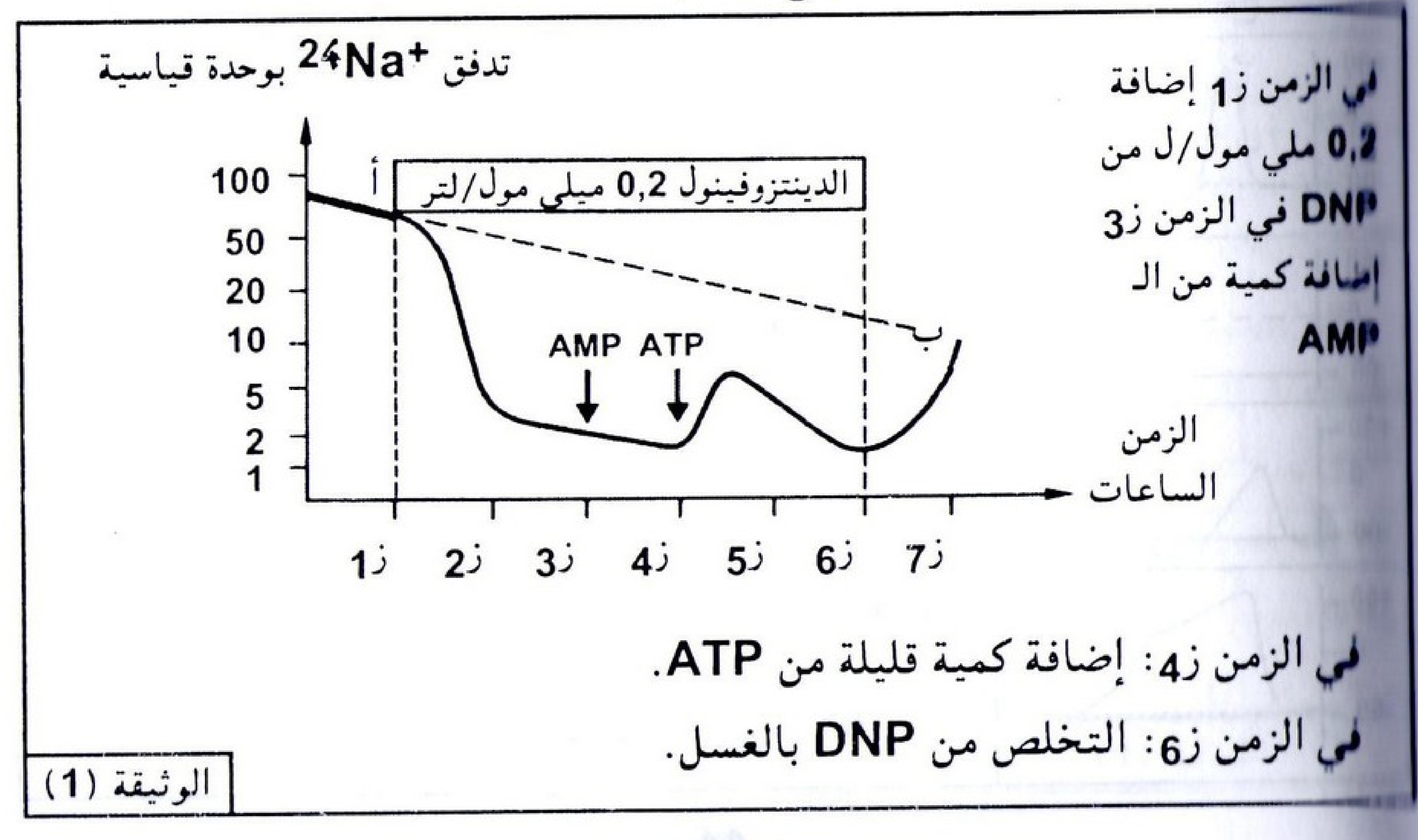
أ) إستخلص من الجدول سبب إستعمال ماء البحر في التركيب التجريبي السابق.

ب) ماهي الإشكالية التي تظهرها النتائج المبينة في هذا الجدول.

جـ) إقترح فرضية أو فرضيات تفسر بها هذه الإشكالية.

2 - أ) نغمر ليفا عملاقا للكلمار في ماء البحر ذي صوديوم مشع $^{24}Na^+$، بعد مدة ساعات يصبح الليف مشعا، ينقل الليف المشع إلى ماء البحر به صوديوم عادي $^{23}Na^+$، يظهر الإشعاع في ماء البحر مع بقاء التركيز الإجمالي للصوديوم داخل المحور ثابتا ومساويا 50 ميلي مول/لتر ونفس الشئ لماء البحر 460 ميلي مول/لتر ماذا تظهر هذه التجربة؟.

ب) يستبدل صوديوم ليف عملاق بصوديوم مشع $(^{24}Na^+)$ ثم يوضع في ماء بحر ذي صوديوم عادي $^{23}Na^+$ يجدد ماء البحر بإستمرار وعلى فترات زمنية منتظمة وفي كل مرة تتم معايرة إشعاعه، سمحت النتائج المحصل عليها في شروط مختلفة بإنجاز الوثيقة (1) (DNP يمنع تركيب الـ ATP).



الوثيقة (1)

التسجيل "أ ب" يمثل تدفق $^{24}Na^{+}$ مقاسا في ظروف عادية (عدم وجود DNP).

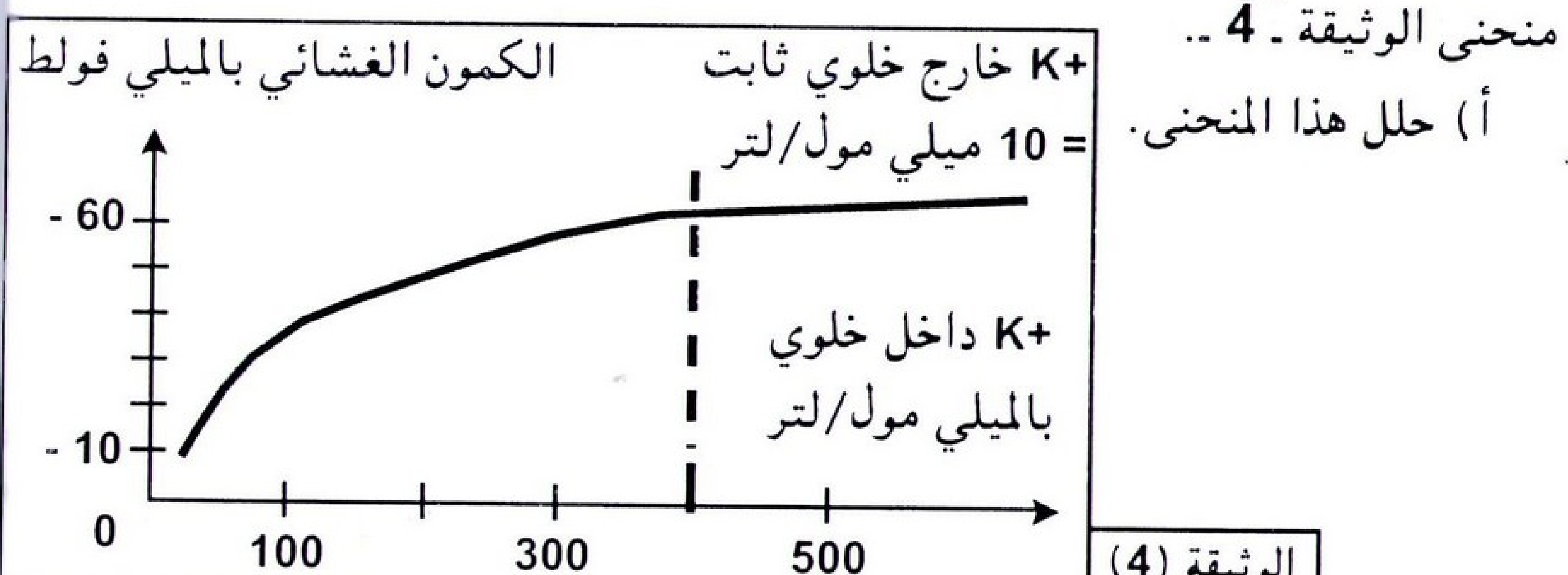
α - ماهي المعلومة التي تقدمها هذه التجربة؟ علل إجابتك.

β - ما الغرض من إستعمال الـ AMP؟.

γ - هل تحقق من الفرضية أو الفرضيات المقترحة في السؤال 1 - جـ ؟ وضح ذلك.

3 - نفرغ محتوى المحور العملاق ونستبدله بمحاليل أيونية ذات تراكيز متزايدة من البوتاسيوم (K^+) يوضع المحور في محلول فيزيولوجي ذي تركيز أيوني مماثل لماء البحر ويقدر في كل مرة الكمون الغشائي. سمحت النتائج المحصل عليها من إنجاز منحنى الوثيقة - **4** -.

أ) حلل هذا المنحنى.



الوثيقة (4)

ب) بالإعتماد على المعلومات المستخلصة من الوثيقة (**4**) وجدول التركيب الأيوني للسؤال **1** إستخلص منشأ كمون الراحة.

4 - نعيد تنبيه المحور العملاق تنبيهات فعالة في شروط تجريبية مختلفة، النتائج مبينة في الجدول الموالي:-

المراحل	الشروط التجريبية	النتائج
الأولى	تنبيه المحور العملاق تنبيها فعالا	+50، 0، -60 (أ، ب، جـ، د، هـ، و)
الثانية	نعيد المرحلة الأولى ولكن بعد إضافة مادة TTX (Tétra-éthyl-ammonium) والتي تثبط دخول شوارد Na^+	+50، 0، -60
الثالثة	تخفيض تركيز شوارد الـ Na^+ في الوسط الخارجي إلى **150** ميلي مول/لتر ثم نعيد المرحلة الأولى	+50، 0، -60
الرابعة	نعيد المرحلة الأولى ولكن بعد إضافة مادة TEA (Tétra-éthyl-ammonium) التي تثبط نفاذية الغشاء لشوارد K^+	+50، 0، -60

لاحظ منحنى المرحلة الأولى من الجدول ثم:

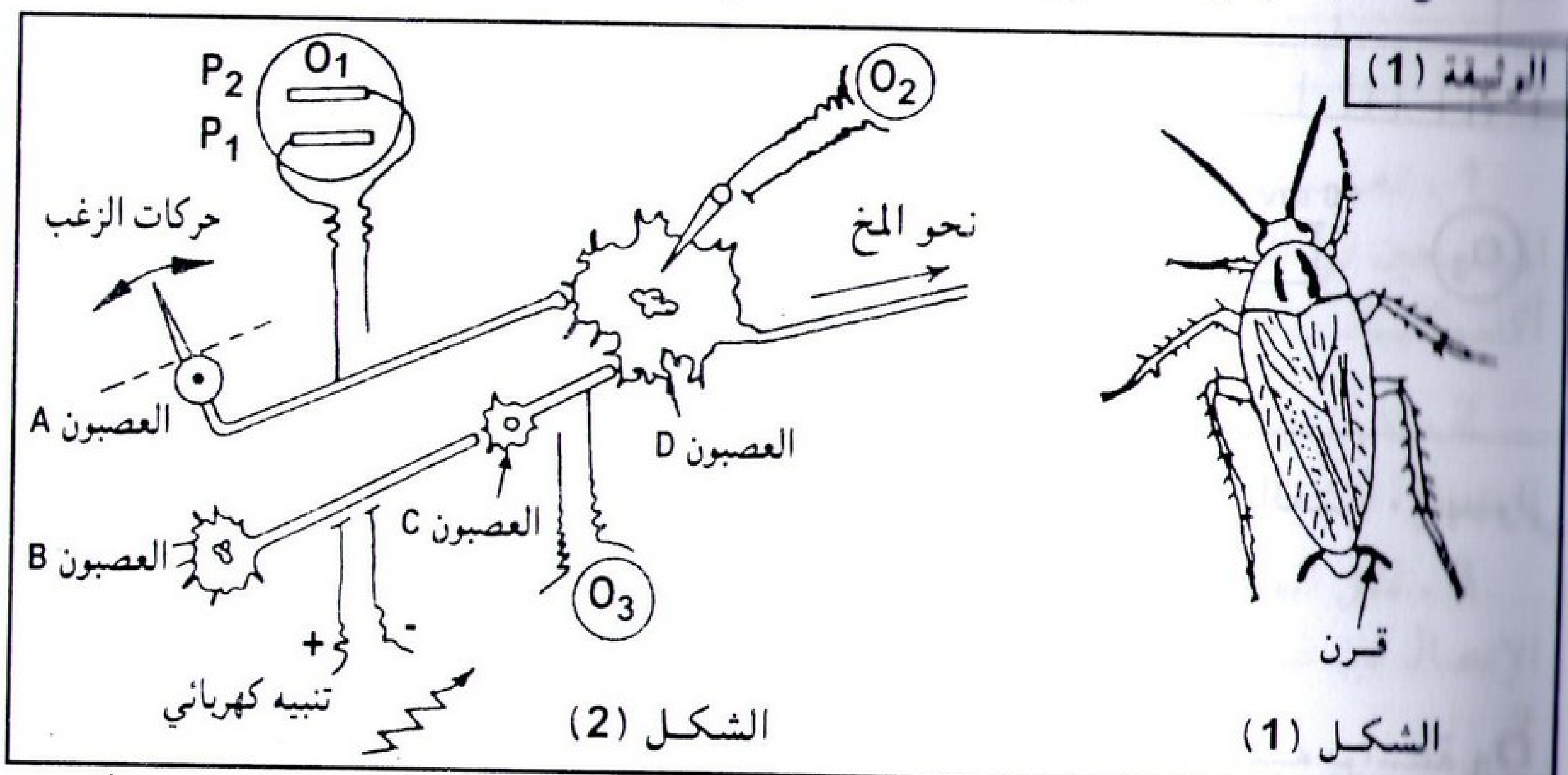
أ) بالإعتماد على هذه النتائج فقط، قدم تفسيرا أوليا للتسجيلين (ب جـ) ثم (جـ د).

ب) كيف تفسر التسجيلين (د هـ) ثم (هـ و) من هذا المنحنى؟

تمرين 20:

إن الشكل **1** من الوثيقة (**1**) حشرة حساسة جدا لأضعف حركة للهواء المحيط بها، يتم الإحساس بهذه الحركات بواسطة قرنين في نهاية الحشرة يحوي كل قرن زغابات، وهي عبارة عن إمتدادات لعصبونات حسية، ترتبط هذه العصبونات بعقدة من العقد المكونة لسلسلة عصبونية متصلة بالمخ، كما يوجد بكل قرن عصبونات مستقلة عن الزغابات ترتبط بنفس العقدة العصبية.

أما الشكل (**2**) من الوثيقة (**1**) فيبين هذه السلسلة العصبونية والتركيب التجريبي المستعمل، حيث يمثل العصبون **A** عصبون حسي والعصبون **B** عصبون مستقل.



يتم تسجيل نتائج تنبيه مختلف العصبونات بواسطة مساري مجهرية مرتبطة بأجهزة الأوسيلوسكوب O_1 , O_2 , O_3 وفي كل الحالات نسجل بالكترود واحد والآخر مرجعي.

1 - تنبيه العصبون **A** بواسطة حركات سريعة ذات سعات متزايدة للزغب (من الحالة **1** إلى الحالة 3) ونسجل بواسطة O_1 و O_2 والوثيقة (**2**) تمثل النتائج المحصل عليها بواسطة O_1 .

الوثيقة (2)

O_1 — 10 mv — 10 ms

الحالة (1) | الحالة (2) | الحالة (3)

- حدد طبيعة التنبيه المستعمل.

2 - أ - ماذا يمثل كل خط عمودي من تسجيلات الوثيقة (2)؟.

ب - قارن التسجيلات المحصلة عليها في الحالات الثلاثة من الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟

3 - الوثيقة (3) تمثل النتائج المحصلة عليها بواسطة جهاز الأوسيلوسكوب O_2.

O_2 2,5 mv 10 ms

الحالة (1)

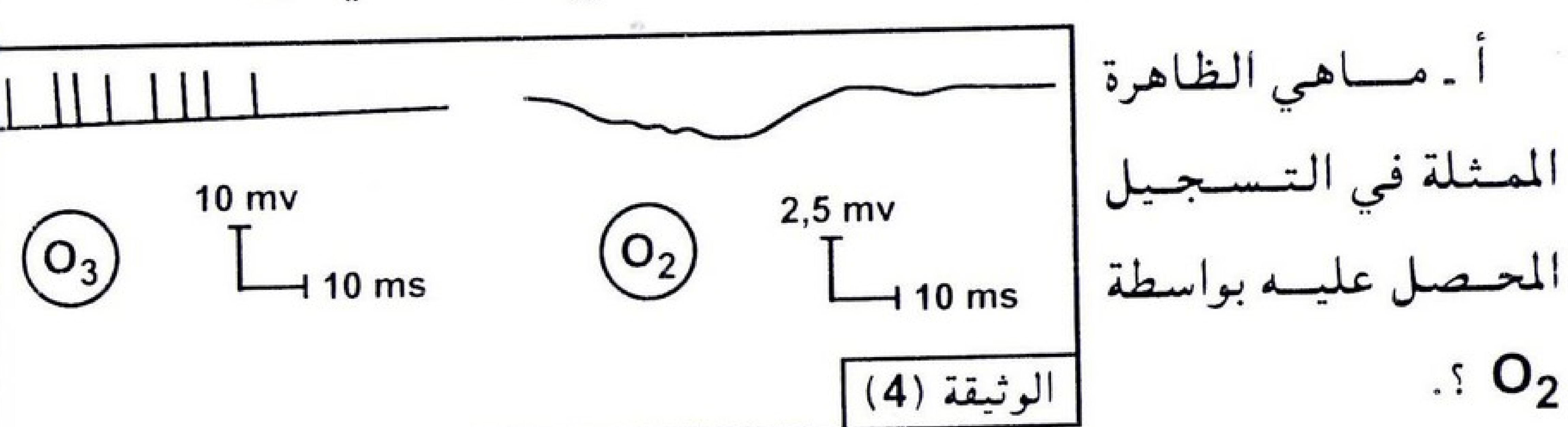
الحالة (2)

الوثيقة (3)

أ - ماذا يمثل التسجيل المحصل عليه في الحالة 1؟.

ب - قارن هذا التسجيل بالتسجيل المحصل عليه في الحالة 2، ماذا تستنتج؟.

4 - نخضع العصبون B لتنبيه كهربائي فعال ونقوم بتسجيل الإستجابات على مستوى محور العصبون C والجسم الخلوي للعصبون D النتائج موضحة في الوثيقة (4).



الوثيقة (4)

أ - ماهي الظاهرة الممثلة في التسجيل المحصل عليه بواسطة O_2؟.

ب - إعتمادا على المبادلات الأيونية التي تحدث على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي D/C فسر هذه الظاهرة.

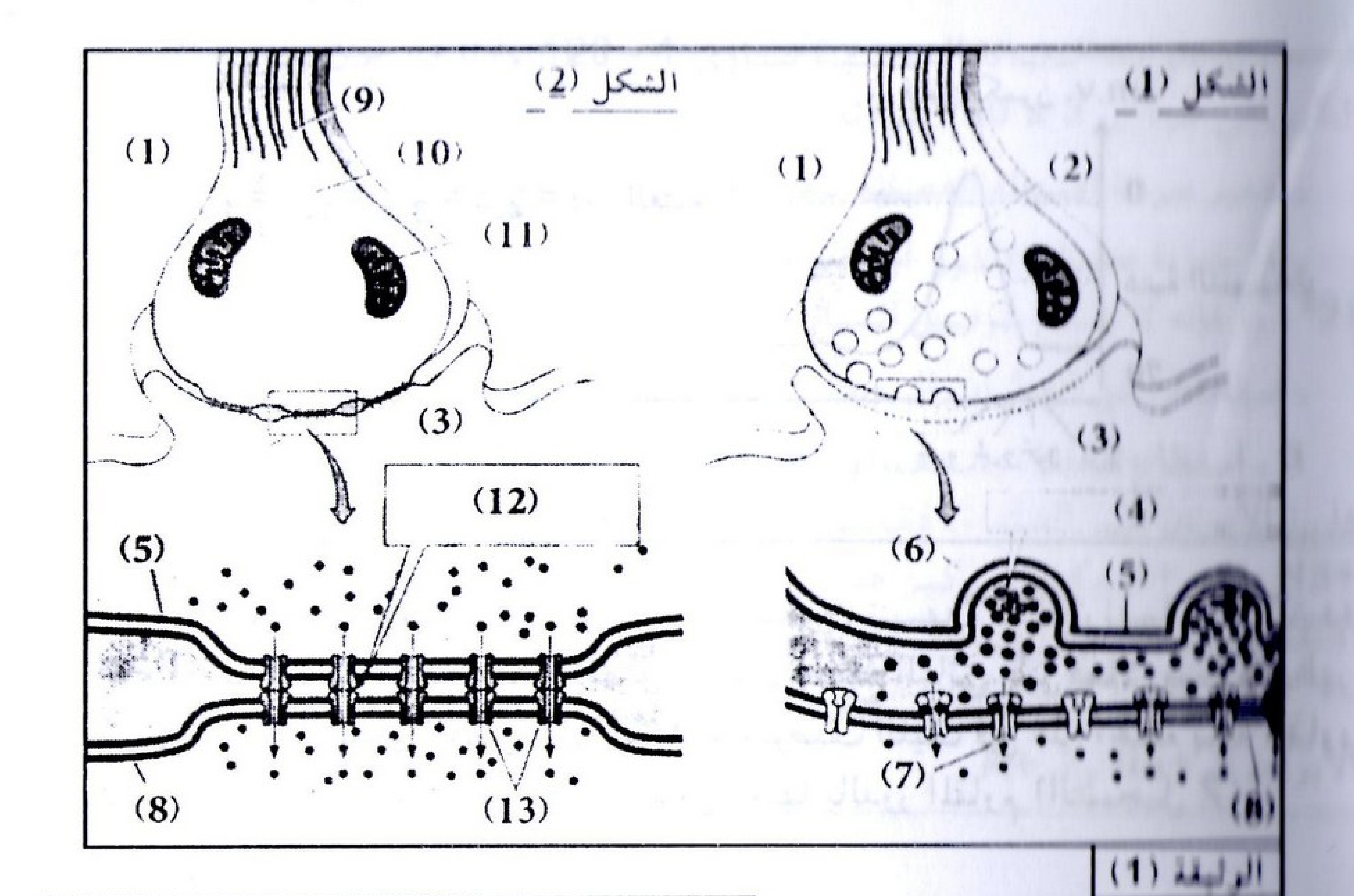
ج - ماهو تأثير العصبون C على العصبون D؟.

5 - إعتمادا على ماتوصلت إليه مما سبق والتسجيل المحصل عليه بواسطة O_3، حدد طبيعة المشبك بين C و B وبين D و C؟.

6 - إنطلاقا من المعطيات السابقة، إستخرج دور العصبون D في توصيل المعلومات إلى المخ.

تمرين 21:

يمثل الشكلين (1 و 2) من الوثيقة (1) نوعين من المشابك، مشبك كهربائي ومشبك كيميائي، بينما تمثل الوثيقة (2) شكلا مجسما لتفاصيل أكثر للشكل (2) من الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

(5) (8) (13)

الوثيقة (2)

1 - تعرف على المشبكين الموضحين في الشكلين (1 و 2) ثم أكتب البيانات المرقمة.

2 - قارن بين المشبك 1 و 2، ماذا تستنتج؟.

3 - تمثل الوثيقة (2) تفاصيل الإتصال بين غشائي الخليتين للمشبك 2.

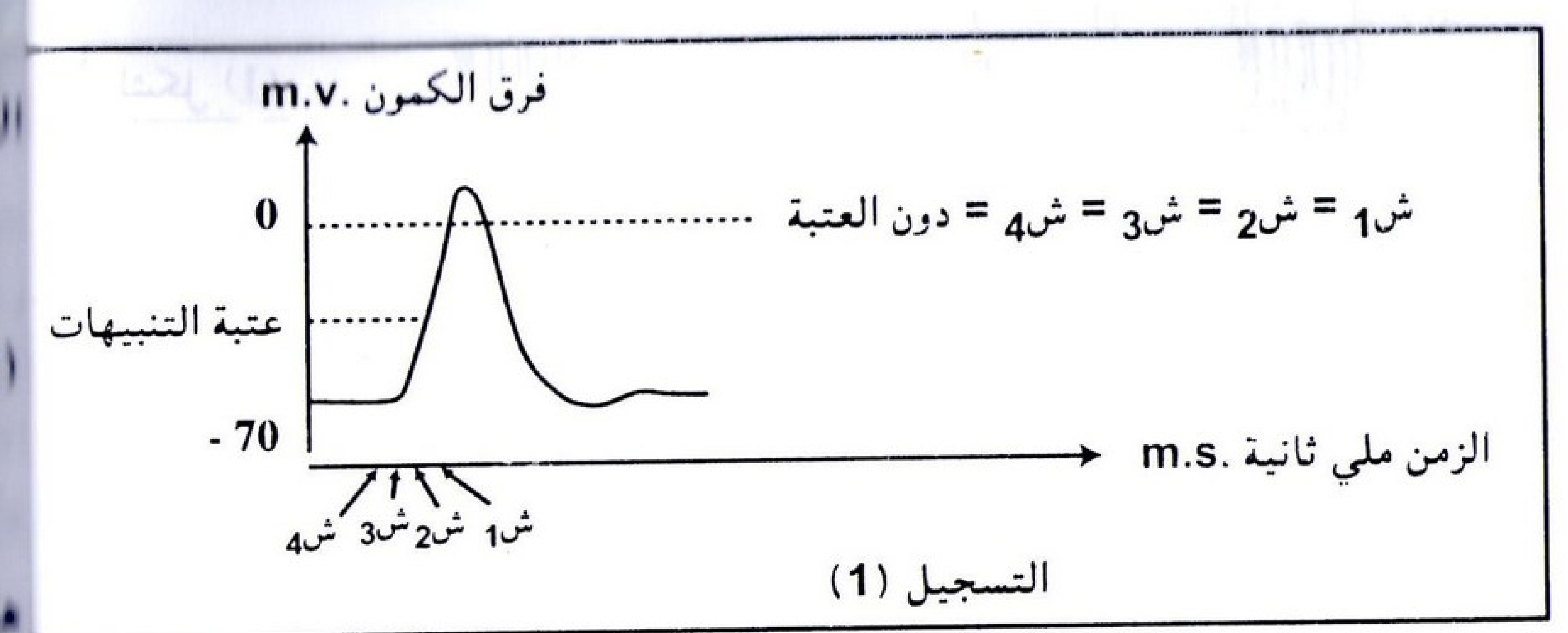
أ - ماهي المعلومة المستخلصة من هذا الشكل فيما يخص آلية عمل هذا النوع من المشابك؟.

ب - قدم أوجه الإختلاف في عمل المشبكين السابقين.

تمرين 22:

1 - أ - نهيج ليفا عصبيا بعدة تنبيهات غير فعالة بحيث كانت متتابعة وذات تردد سريع، فحصلنا على التسجيل رقم (1) على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب.

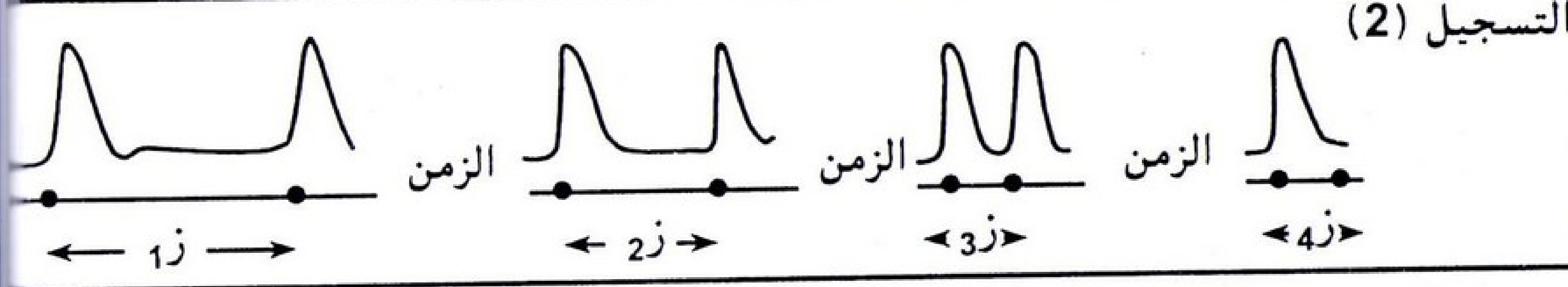
• حلل وفسر هذا التسجيل.



التسجيل (1)

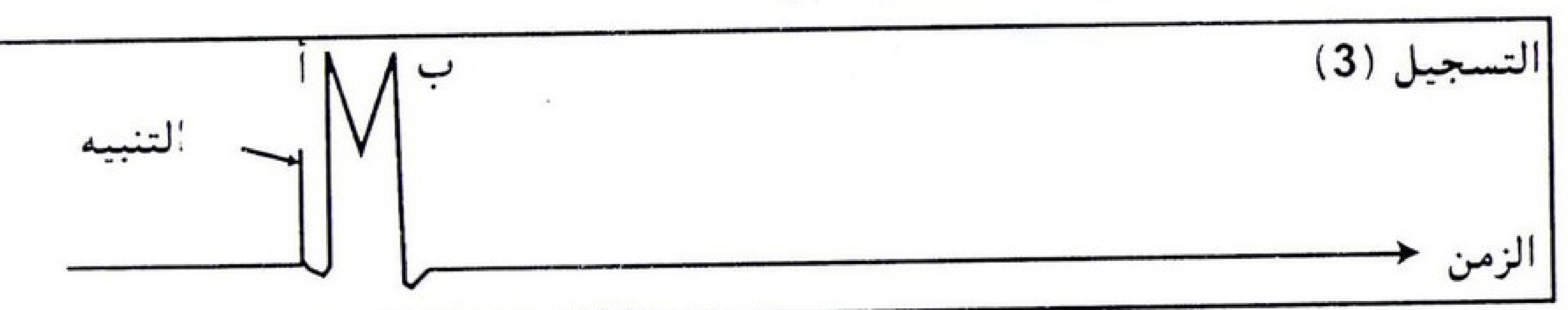
ب - نعمل على تقليص المدة الزمنية الفاصلة بين تنبيهين فعالين لهما نفس الشد والمدة وذلك بالنسبة لنقطة معينة تفصل تنبيهين يصبح الثاني غير فعالا حيث لا يظه المنحنى الثاني لكمون العمل على الشاشة ويوصف الليف في هذه الحالة بأنه مقاو للتنبيه الثاني وذلك خلال مدة قصيرة يطلق عليها بالدور المقاوم (التسجيل 2).

• فسر هذه النتائج.



2 - أ - يعبر التسجيل (3) عن تنبيه جزء من العصب الوركي المعزول لضفدعة.

• فسر هذا التسجيل وماذا تستخلص؟.



ب - يمثل الجدول الموالي سرعة السيالة العصبية بالنسبة لأنماط مختلفة من الألياف العصبية وذلك عند درجات حرارة مختلفة.

• بأية معلومات تزودنا هذه المعطيات.

أنماط الألياف		القطر بالميلي ميكرون	درجة الحرارة م°	السرعة م.ثا-1
ألياف الثدييات	ذات نخاعين	20	37	120
		10	37	60
		5 - 2	37	30 - 12
	عديمة النخاعين	1	37	2
ألياف نخاعيسية لعصب وركي عند ضفدعة		20	20	30
		20	30	80 - 60

جـ - إن سرعة السيالة العصبية تساوي 1 - 120 م/ثا في حين سرعة التيار الكهربائي تساوي 3×10^5 كم/ثا.

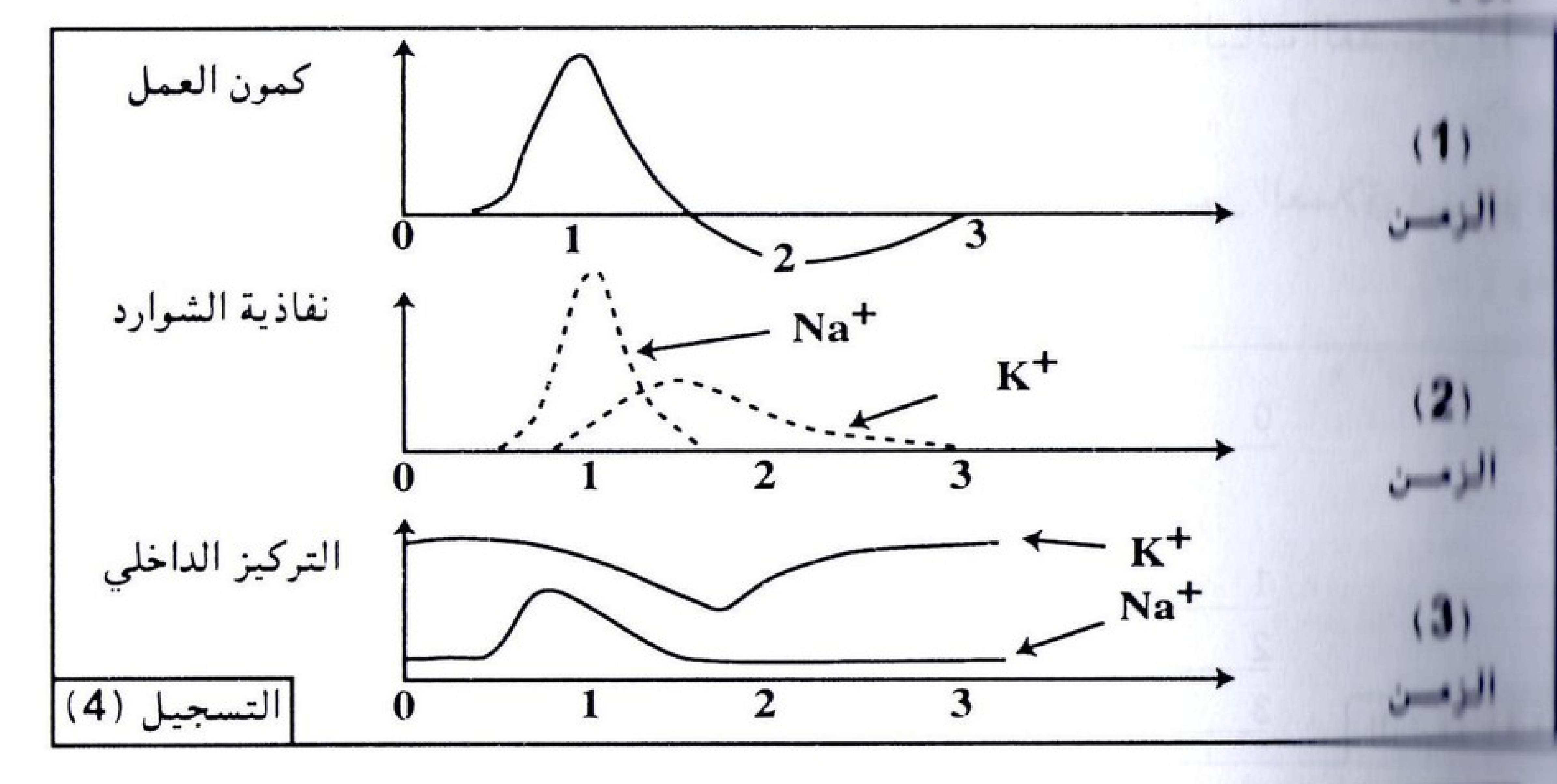
- تتغير سرعة السيالة العصبية تبعا لتغيرات درجة الحرارة.

- إذا خدرنا عصبا بالايثير أوالكلوروفوم أو أخضعناه لدرجة حرارة قصوى 50° م أو (2° م) فإنه لا يسمح بتوصيل السيالة العصبية رغم أنه يمكنه من نقل التيار الكهربائي.

- إستخلص من المعطيات السابقة طبيعة السيالة العصبية.

3 - إستطاع العلماء باستعمالهم لا يونات ال Na^+ والـ K^+ المشعين، بتتبع حركة هذين الأيونين عبر الغشاء، فقاسوا بذلك النفاذية الغشائية النوعية تجاه كل من ال Na^+ والـ K^+ وكذلك تركيز هذين الأيونين داخل المحور الأسطواني، فحصلوا على المنحنيات الممثلة في التسجيل رقم (4).

- من خلال هذه المنحنيات إستخرج التغيرات المصاحبة لكمون العمل فيما يخص الأيونين ال Na^+ وال K^+.



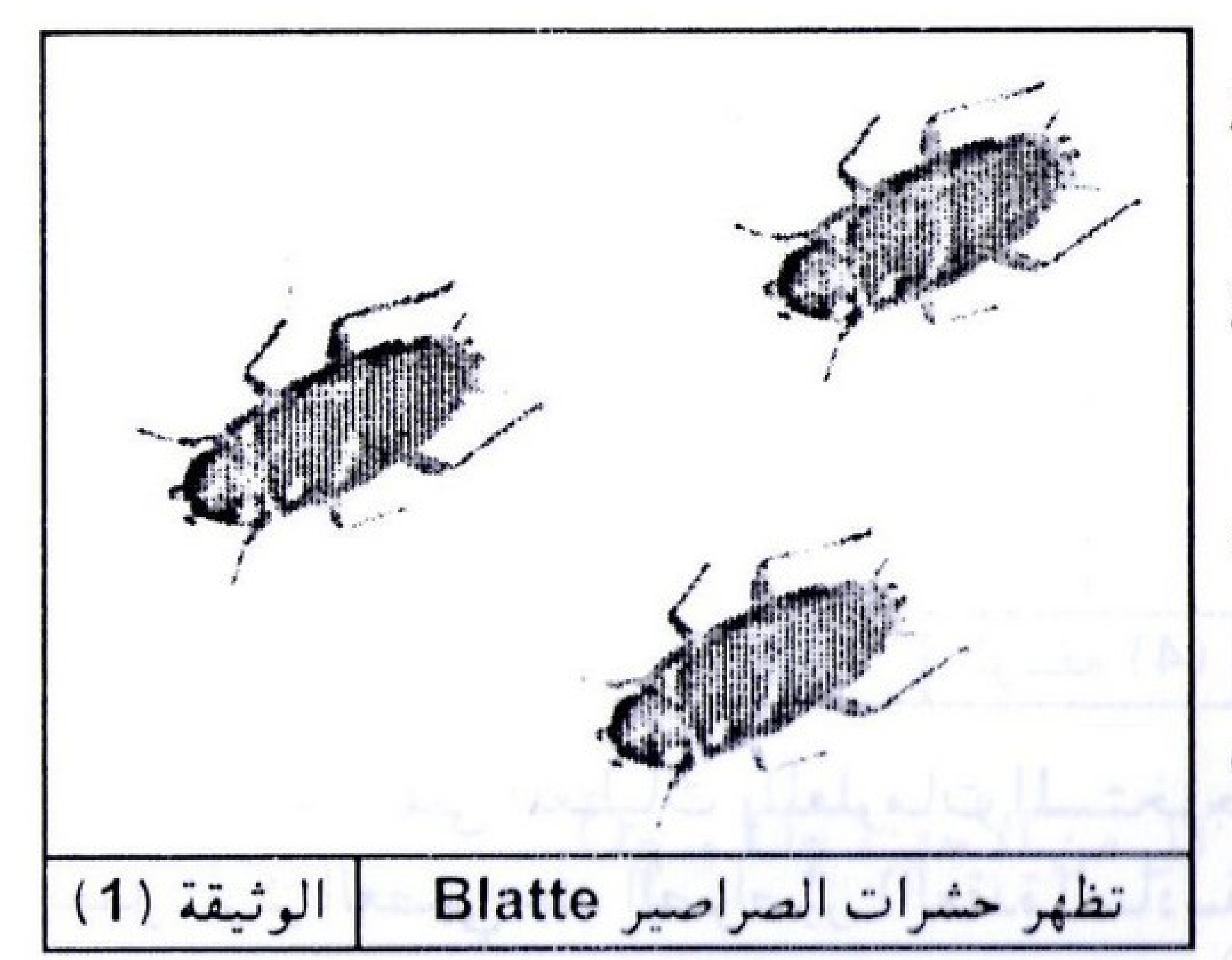
التسجيل (4)

التمرين 23:

تمتاز الصراصير بالقدرة الهائلة على الفرار بمجرد هفوة ينتج عنها تيار هوائي بسيط بينما الحركة التلقائية العادية لا تؤدي إلي الفرار.

لدراسة هذه الخاصية عند هذه الحشرات نقدم لك الوثائق التالية:

- الوثيقة (1): صورة لحشرات الصراصير.


الوثيقة (1) تظهر حشرات الصراصير Blatte

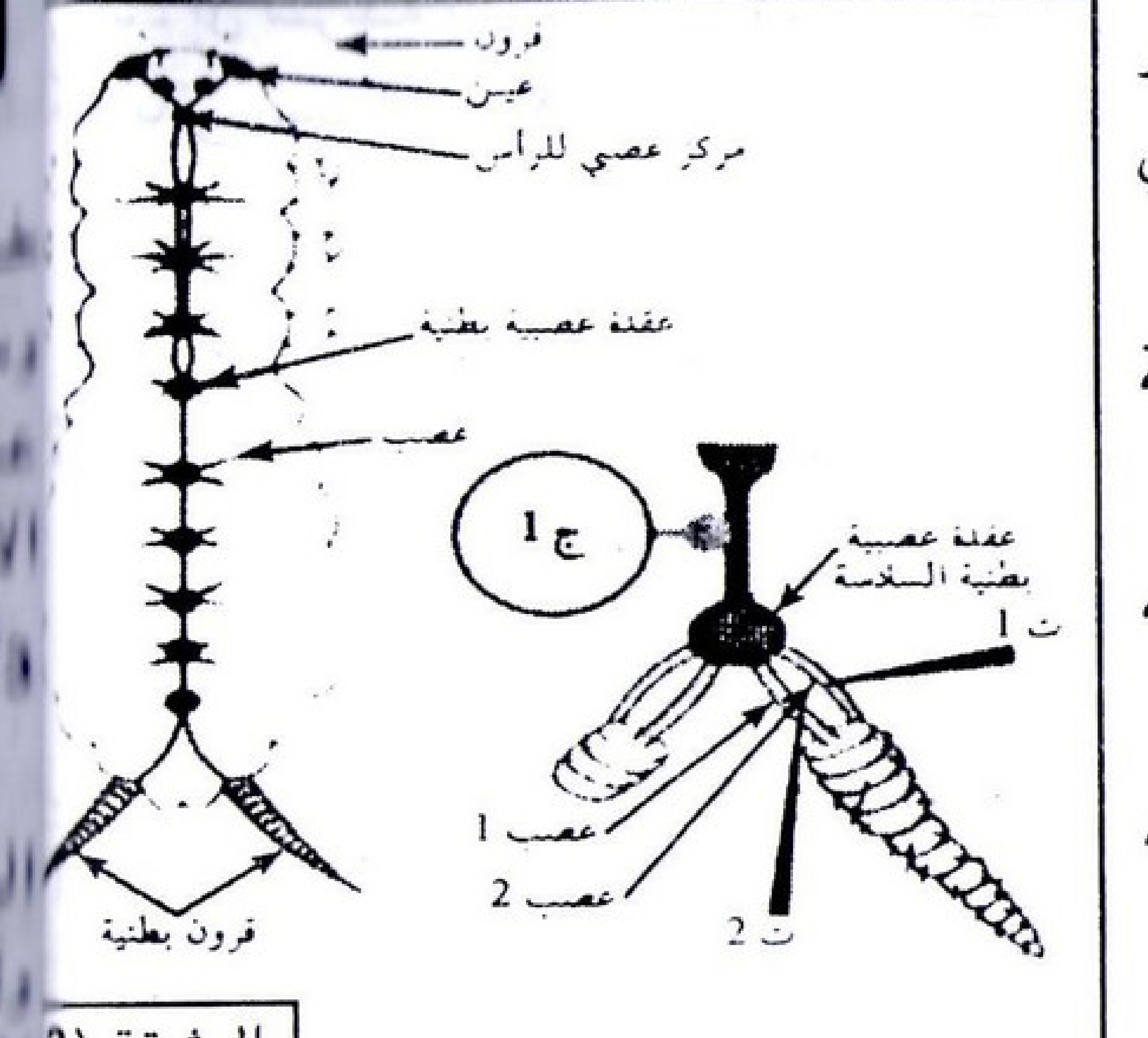
- الوثيقة (2): تشريح الحشرة يظهر جهازها العصبي والتركيب التجريبي لتسجيلات الوثيقة (3).

الوثيقة (3): تسجيلات كهربائية سجلت في الجهاز ج1 حيث:

التسجيل (1): سجل إثر تنبيه فعال للعصب 1.

التسجيل (2): سجل إثر تنبيه فعال للعصب 2.

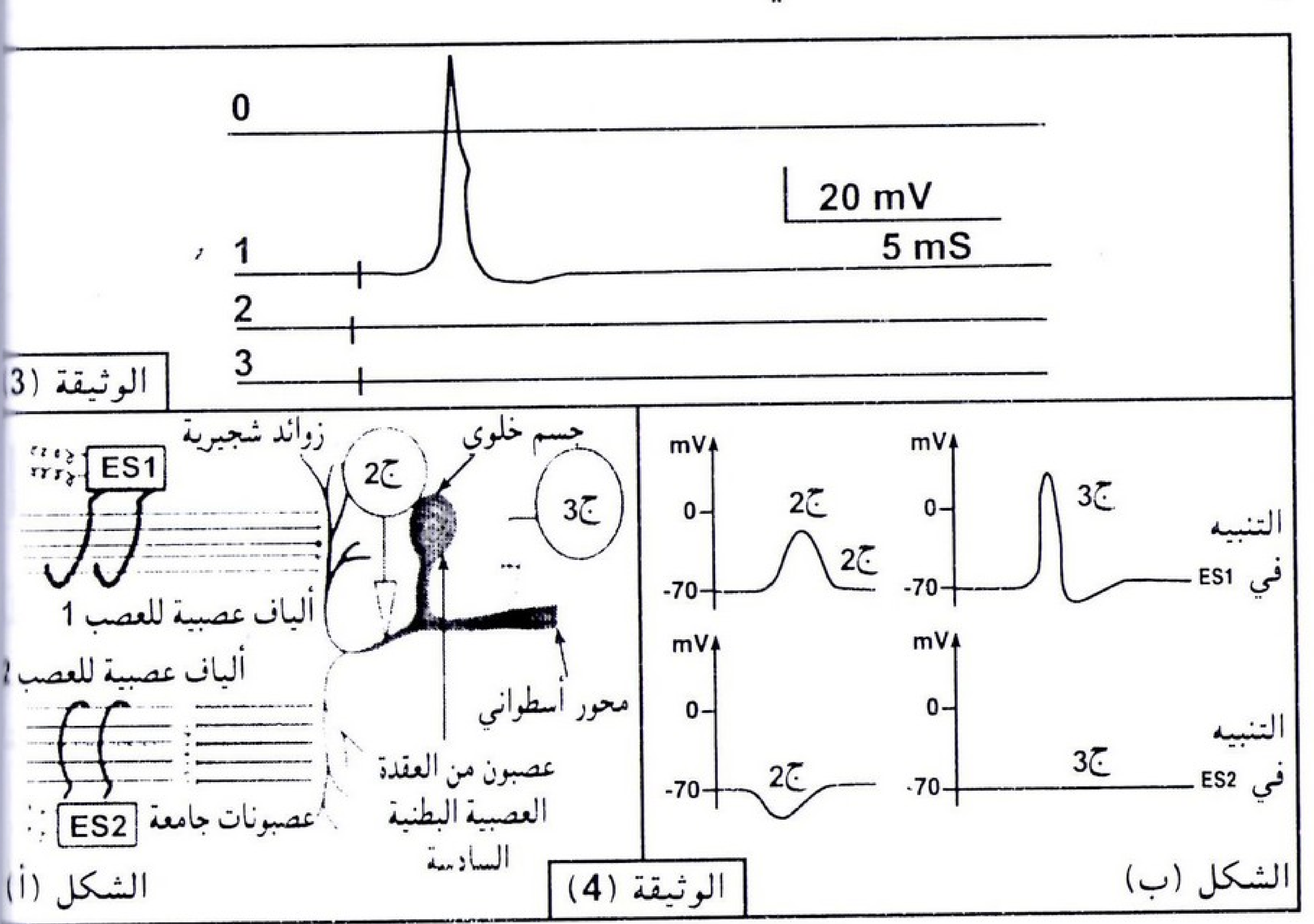
التسجيل (3): سجل إثر تنبيه فعال للعصبين 1 و 2 في نفس الوقت.



الوثيقة (2)

الوثيقة (4): الشكل (أ) يوضح الإتصالات العصبية بين ألياف العصبين (1 2) مع عصبون العقدة الشوكية السادسة.

أما الشكل (ب) فيمثل تسجيلات أنجزت في مستوى العصبون العملاق في ج2 ج3 بعد تنبيه الألياف العصبية في ES1 أو ES2.



الوثيقة (3)

الشكل (أ) الوثيقة (4) الشكل (ب)

بالإعتماد على المعطيات والمعلومات المستخرجة من مختلف الوثائق المقدمة بين كيف يعمل المركز العصبي عند الصراصير (العقدة السادسة هنا) على دمج المعلومات التي تصله.

تمرين 24:

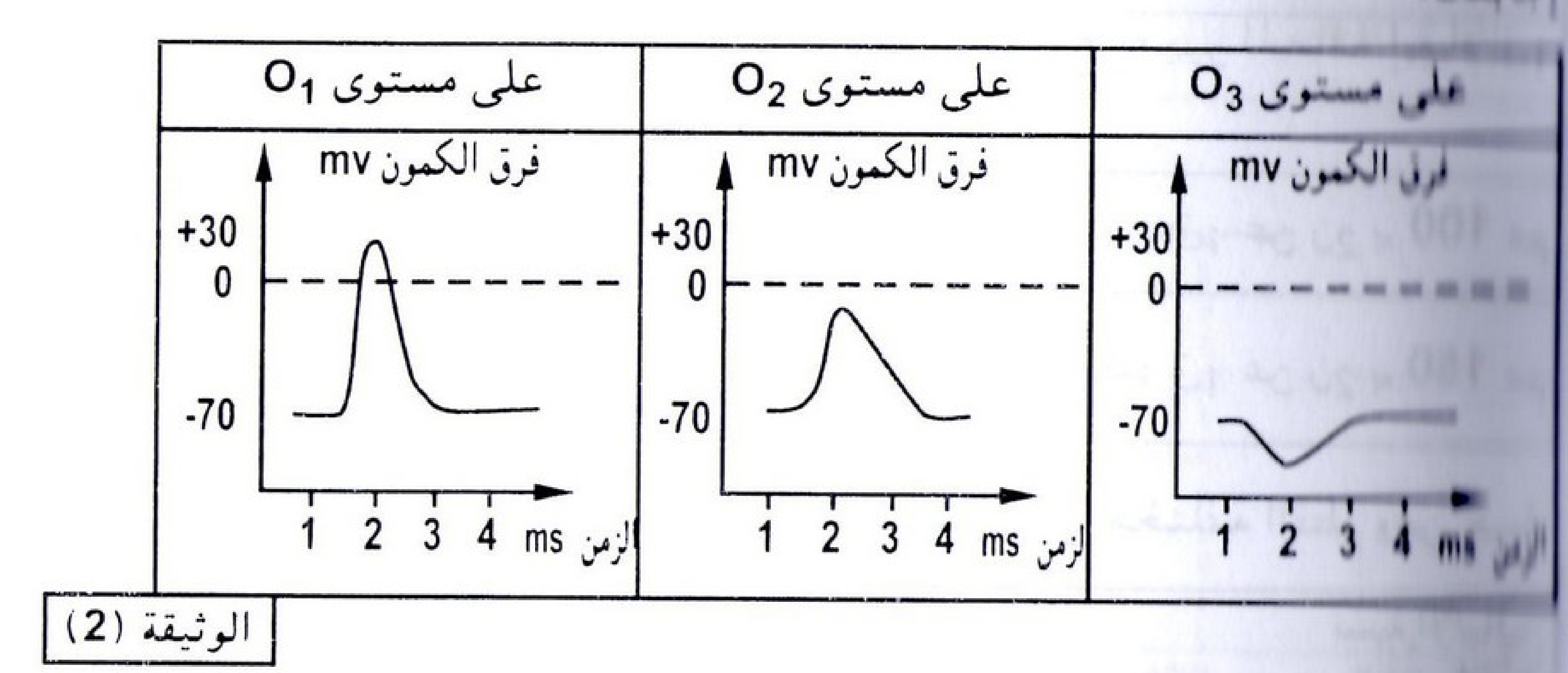
1. نعزل ليف عصبي حسي (ل$_1$) والعصبونين الحركيين المرتبطين به (ل$_2$ ، ل$_3$)، نخضع (ل$_1$) لتنبيه فعال وسجلت الإستجابات المحصل عليها في أجهزة الأوسيلوسكوب O_1 ، O_2 و O_3.

إن الوثيقة (1) تمثل التركيب التجريبي المستعمل وتمثل الوثيقة (2) النتائج المحصل عليها.

أ. تعرف على نوع الإستجابة المسجلة في كل جهاز.

ب. حدد نوع المشبك بين ل$_1$ و ل$_2$، بين ل$_4$ و ل$_3$، علل إجابتك.

الوثيقة (1)

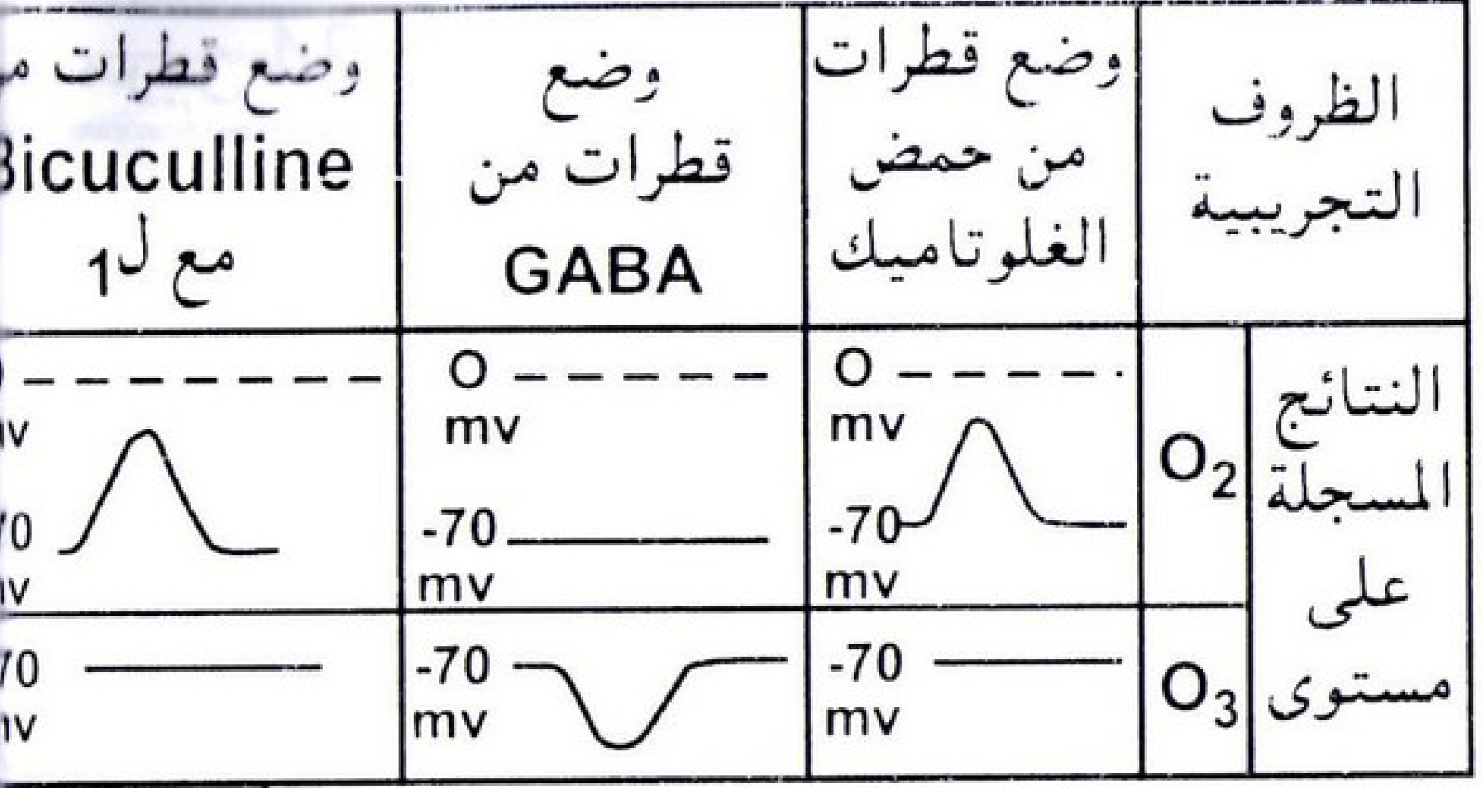


الوثيقة (2)

2. نضع قطرات من مواد كيميائية مختلفة على مستوى الحيز المشبكي.
- بين ل$_2$ و ل$_1$.
- بين ل$_3$ و ل$_4$.

ونسجل الإستجابات على مستوى كل من الأجهزة O_2 و O_3.

إن جدول الوثيقة (3) يوضح شروط التجربة والنتائج المحصل عليها.



الظروف التجريبية		وضع قطرات من حمض الغلوتاميك	وضع قطرات من GABA	وضع قطرات من Bicuculline مع ل1
النتائج المسجلة على مستوى	O_2	O mv / -70 mv (منحنى)	O mv / -70 mv	0 mv / -70 mv (منحنى)
	O_3	-70 mv	-70 mv (منحنى)	-70 mv

الوثيقة (3)

أ - إعتمادا على معطيات الجدول ما نوع المبلغ العصبي المتدخل في نقل السيالة العصبية بين العصبونين ل1 و ل2 وبين ل3 و ل4 مع التعليل.

ب - باستغلالك لمعطيات الجدول واجاباتك السابقة فسر تأثير مادة الـ Bicuculline في نقل السيالة العصبية على مستوى مشابك هذه السلسلة العصبية.

تمرين 25:

ننبه العصب الوركي للضفدع بعد إزالة أليافه الحسية، وفي كل تجربة من التجارب الأربعة الممثلة في الوثيقة (1) نستخدم نفس المنبه نوعا وشدة، مع تغيير في المسافة بين ن2 و ق1 فهي متزايدة.

الوثيقة (1)

أ -	منحنى	عصب، منبه، ن1 ن2، 25 مم، ق1، ق2
ب -	منحنى	نفس التركيب السابق مع تغيير المسافة إبعاد ق1 عن ن2 بـ 50 مم
جـ -	منحنى	نفس التركيب السابق مع إبعاد ق1 عن ن2 بـ 100 مم
د -	منحنى	نفس التركيب السابق مع إبعاد ق1 عن ن2 بـ 150 مم

♦ إن الألياف العصبية الحركية المكونة للعصب الوركي مختلفة القطر ومن حيث نسب توزيعها.

نسبة الألياف
20
15
10
5
0
4 8 12 16 20
قطر الليف بالمكرون

الوثيقة (2)

إن الوثيقة (2) توضح ذلك.

1 - حلل المنحنى "أ" من الوثيقة (1).

2 - فسر المنحنى "أ" إعتمادا على الظواهر الكيميائية.

3 - مستعينا بمعطيات الوثيقة (2)، ماهو الشرح الذي تقدمه لتبرهن على تغيرات شكل المنحنيات أ، ب، جـ، د؟.

4 - أ - أحسب سرعة إنتشار الظاهرة المدروسة والمسجلة علي الشاشة مستعينا بالتسجيلين ب، د كما هو موضح في الوثيقة (3).

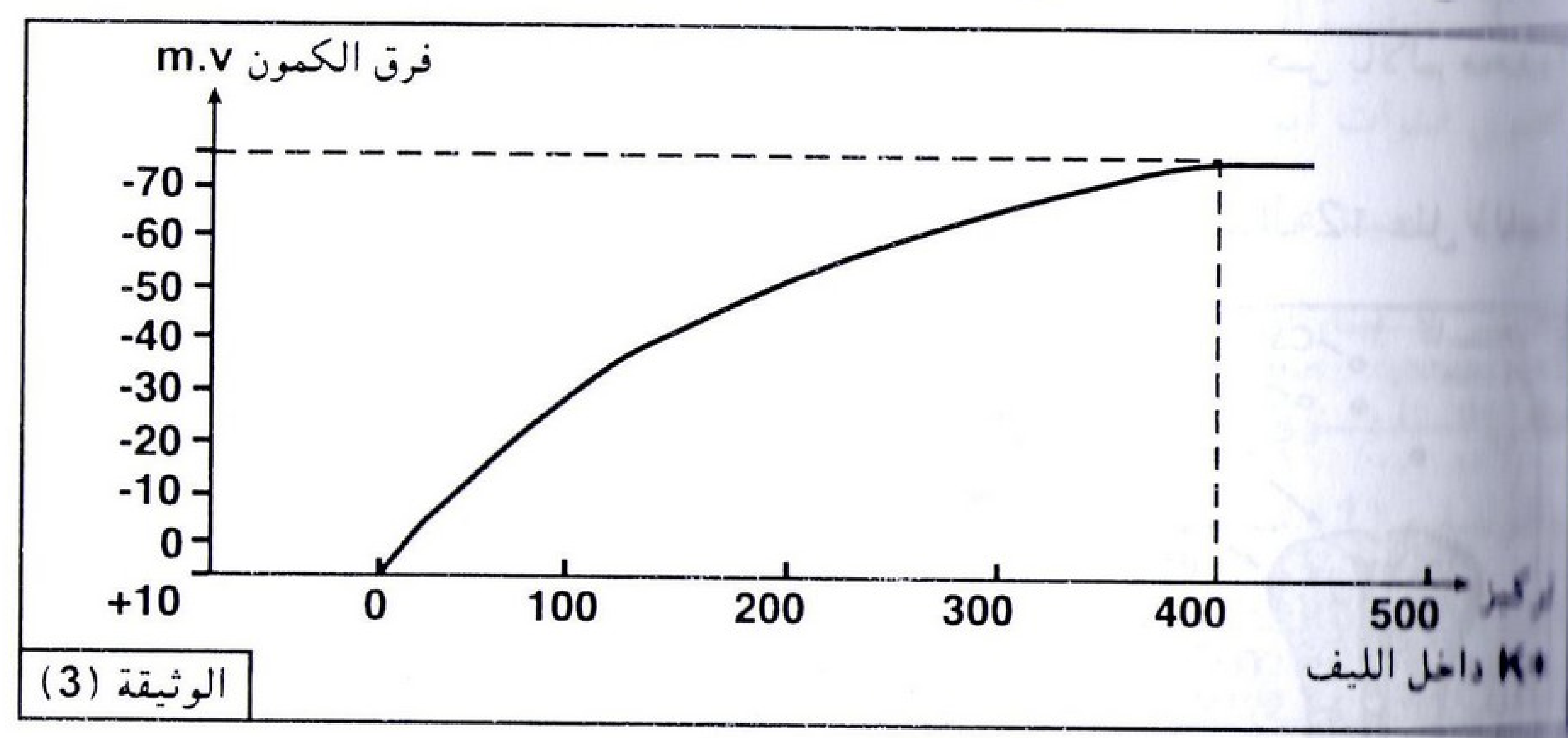
فرق الكمون m.v
ب
د
الزمن بالميلي ثانية
m.s

الوثيقة (3)

II-1 لوحظ أن تركيز شوارد الـ K^+ داخل الليف العصبي هو 400 ملي مول/لتر وخارجه هو 10 ملي مول ل$^{-1}$.

إذا كان فرق كمون الراحة على جانبي الغشاء هو -70 ملي فولط ولمعرفة سبب كمون الراحة على جانبي الغشاء قام العلماء بتفريغ ليف عصبي من محتواه الهيولي وعوض بسائل حيوي ذو تواتر متوازن مع تغيير في تركيز شوارد الـ k^+ داخل الليف إبتداء من 0 إلى 500 ملي مول. ل$^{-1}$. أما تركيز الـ k^+ خارج الليف ثابت عند 10 ملي مول. ل$^{-1}$. ثم قامو بقياس فرق كمون الراحة عند كل قيمة لتركيز الـ K^+. النتائج المحصل عليها مثلث في منحنى الوثيقة (4).

إشرح المنحنى وماذا تستنتج فيما يخص سبب كمون الراحة؟.



الوثيقة (3)

2 - إذا علمت أن تبينها فعالا لليف العصبي العملاق، يسبب نفاذية كبيرة وسريعة لشوارد الصوديوم.

- إشرح أصل كمون العمل.

تمرين 26:

تعود نكهة المأكولات أساسا إلى التوابل التي تضاف إليها، ومن أشهر هذه التوابل (الفلفل الحار) الذي يعطي للأكل مذاقا حارا، فما مصدر هذا المذاق؟ وكيف نحس به؟

للإجابة على هذه الإشكالية نحقق التجربة التالية:

المرحلة 1 : تمثل الوثيقة (1) نتائج تجريبية أنجزت على ألياف حسية ناقلة مسؤولة عن الإحساس بالألم حيث:

- التسجيلات (1) تم الحصول عليها إثر تنبيه فعال لعصب حسي يحتوي نوعين من الألياف (A و C).

- التسجيلين (2 و 3) تم الحصول عليهما بعد تثبيط عمل أحد الليفين (A و C).

الوثيقة (1)

1 - قارن بنية الليفين (A و C).

2 - بالإعتماد على معارفك ونتائج التسجيلات، إشرح كيف نحس بالألم محددا البنيات المسؤولة عن ذلك مع التعليل.

3 - هل تؤكد نتائج التسجيلين (2 و 3) ماتوصلت إليه في السؤال 2؟ علل ذلك.

المرحلة 2 : يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (2) جزيئة الكابسيين المستخلصة من الشكلين (ب و ج)، بينما يمثل الرسم التخطيطي للشكل (د) قناة VR - 1 وهي قناة متواجدة في الألياف الحسية من نوع (C).

الوثيقة (2)

بينت نتائج تجريبية أيضا أن تعاطي محلول من هذه المادة يؤدي إلى الإحساس بالمذاق الحار.

1 - ماهي المعلومات المستخلصة من معطيات المرحلتين (1 و 2)؟.

2 - بالإعتماد على ماسبق إشرح مصدر مذاق الفلفل الحار، مبرزا دور البروتينات الغشائية في الإحساس بذلك.

تمرين 27:

إن الرسالة التي تنتشر عبر غشاء الليف العصبي عبارة عن كمونات عمل وللبحث عن أصل هذه الكمونات نقوم بمايلي:

1 - نقوم بقياس تركيز كل من الـ Na^+ والـ K^+ خلال الراحة في كل من هيولي الليف العصبي والوسط الخارجي والنتائج كما هو موضح بالجدول المجاور:

الأيونات	التركيز بالميلي مول / لتر	
	هيولي المحور	الوسط الخارجي
Na^+	50	440
K^+	400	20

- حلل نتائج الجدول وماهي الإشكالية المطروحة؟.

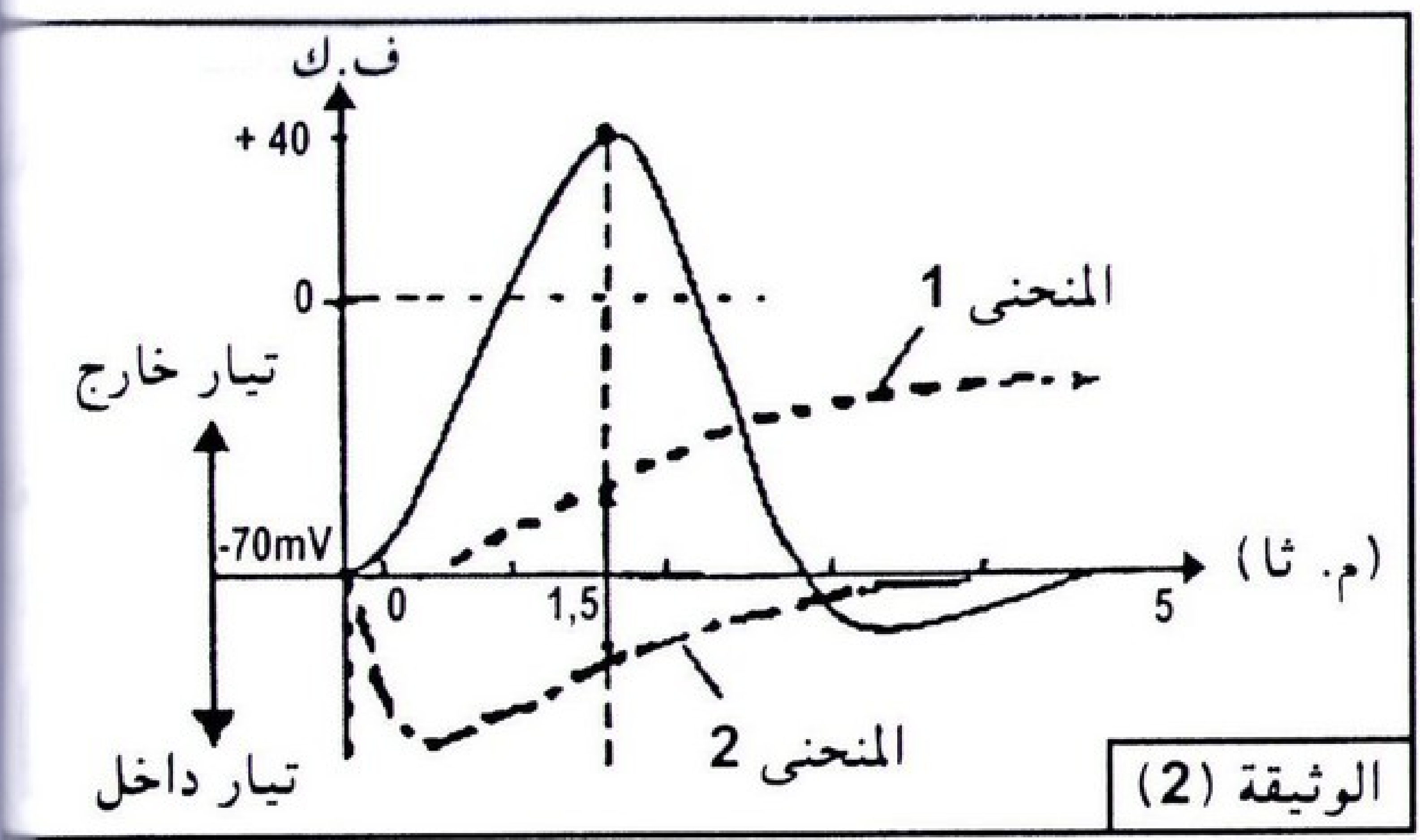
2 - لوحظ أنه عندما تنخفض تركيز شوارد الـ Na^+ في الوسط الخارجي فإن قابلية تنبيه الليف تنخفض.

- ماهي المعلومة التي تقدمها هذه الملاحظة؟.

3 - بتقنية الـ Patch clamp عزلنا قطعة من الغشاء الهيولي للمحور العملاق تحوي قنوات أيونية وفرضنا كمونا معينا على الغشاء ثم نقيس التيارات التي تظهر على مستوى هذه القنوات والوثيقة (1) تبين نمطين من القنوات في الغشاء.

الوثيقة (1)

أما الوثيقة (2) فتمثل تغيرات التيار الأيوني خلال فرض كمون على الغشاء مقداره 70 ملي فولط.



والجدول الموالي يحدد عدد القنوات المفتوحة في مساحة معينة من السطح الغشائي

		الزمن (بـ ميلي ثانية)										
		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
عدد القنوات المفتوحة في	قنوات النمط 1	0	5	40	25	25	0	0	0	0	0	0
(مك م^2) من الغشاء	قنوات النمط 2	0	0	5	15	20	18	12	8	2	1	0

أ ـ حلل الوثيقة (2) ونتائج الجدول.

ب ـ هل تسمح لك نتائج الجدول بتحديد طبيعة التيارات ونمطي القنوات الأيونية مع التعليل.

جـ ـ إستخلص مما سبق أصل ومنشأ كمون العمل.

تمرين 28:

نريد دراسة طريقة عمل مختلف العصبونات المتدخلة في النشاط العضلي لدى مفصليات الأرجل، من أجل ذلك نقوم بمايلي:

ـ توضح الوثيقة الموالية (1) رسما تخطيطيا لتعصيب ليف عضلي (ل).

1 ـ للتوصل إلى دور كل من العصبونات أ، ب، جـ، أنجزنا التجارب التالية على محضر عصب ـ عضلة معزولة عن المراكز العصبية.

أ ـ عند تنبيه العصبون "أ" تنبيها فعالا يتقلص الليف العضلي "ل"

ب ـ دون أية تنبيه، نسجل على العصبون "ج" مرور كمونات عمل ذو تردد "ت$_1$"، وعندما نقوم بتمديد الليف العضلي "ل" تزداد ترددات كمونات العمل فتصبح أكثر من ت$_1$.

ـ عندما ننبه العصبون "ب" تنخفض ترددات كمونات العمل التي تصل إلى العصبون "ج" فتصبح أقل من ت$_1$، مع عدم تقلص الليف العضلي "ل" عند إجراء تنبيه على مستوى العصبون "أ".

ـ من خلال تحليل معطيات هذه التجارب وضح دور كل من العصبونات "أ"، "ب" و"ج".

2 ـ لإظهار دور العصبون "ب" نقوم بالتجارب التالية:

أ ـ وضعنا محضر ألياف عصبية عضلات لرأسيات الأرجل في وسط فيزيولوجي، إن تنبيه العصبونات من النمط "ب" يؤدي إلى ظهور مادة الـ **GABA** في الوسط.

وعند إخضاع العصبون "أ" لنفس التجربة لم يلاحظ التأثير السابق على العصبونات "ب".

ب ـ إضافة مادة الـ **GABA** للعصبون "ج" أدى إلى عدم ظهور أي نشاط كهربائي عليه وعدم حدوث تقلص الألياف العضلية "ل" طوال مدة وجود مادة الـ **GABA**.

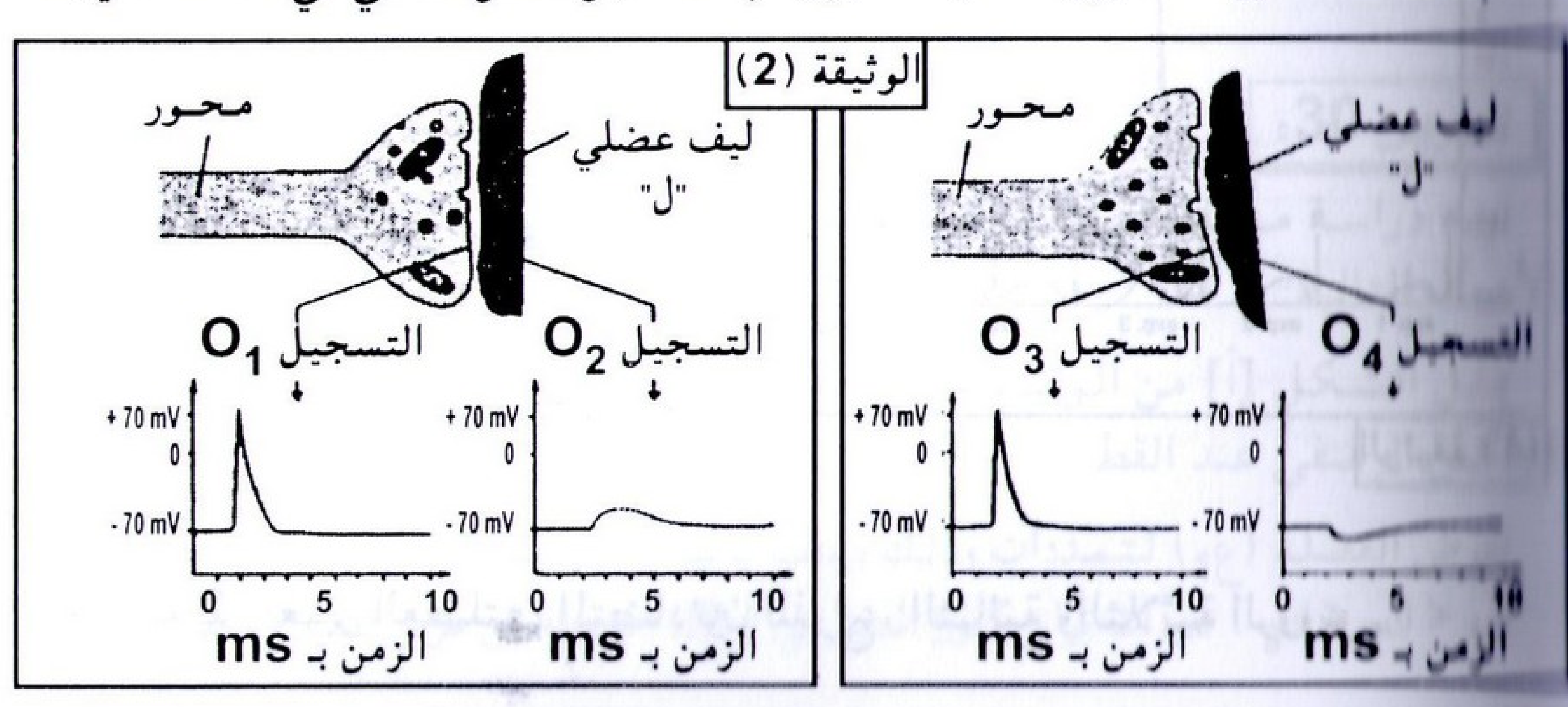
جـ ـ إن مادة البيكروتوكسين تستطيع إزالة مفعول الـ **GABA** ومن ثم إزالة مفعول العصبون "ب" على العصبون "ج" وعلى الليف العضلي "ل" دون أن تتمكن من تغيير مفعول العصبون "أ" على الليف العضلي "ل".

ـ حلل هذه التجارب وفسر مفعول العصبون "ب".

3 ـ لإظهار مستوى تأثير الـ **GABA**، إن الوثيقة (2) تمثل رسوما تخطيطية للعقدة السيبائية للعصبونات "أ" و"ب" وكذلك تسجيلات كمونات العمل المسجلة في مستوى هذه العقد والألياف العضلية "ل" بعد تنبيه واحد فقط للعصبون القبل مشبكي.

أ ـ ماذا تمثل التسجيلات O_1 , O_2 , O_3 , O_4 في الوثيقة 2؟.

ب ـ لماذا عند تنبيه العصبون "أ" أو العصبون "ب" لانسجل تقلص عضلي في كلتا الحالتين؟.



ج ـ كيف يمكنك أن تحصل على تقلص الليف العضلي "ل".

د ـ فسر من كل ماسبق ومعلوماتك تأثير الـ GABA؟.

تمرين 29:

إليك الوثائق التالية:

الوثيقة 1: التركيب التجريبي:

نسجل تغيرات الإستقطاب لعصبون حركي من القرن الأمامي للنخاع الشوكي لحيوان ثدي بفضل الكترود مجهري يوضع على مستوى المخروط المحوري **Axonigue** بحيث يكون الالكترود مرتبط بجهاز الأوسيلوسكوب (O_1). جهاز ثاني (O_2) يسمح بتسجيل النشاط الكهربائي على مستوى محور العصبون الحركي..

إن العصبون الحركي متصل بألياف عصبية حسية آتية من نفس العضلة التي يتسبب في تقلصها. يسمح منبه للحصول على عدة تنبيهات ذات شدة متغيرة على هذه الألياف الحسية.

التسجيلات المحصل عليها في O_1:

التجارب 1، 2، 3 :- C, B, A تمثل تنبيهات ذات شدة متزايدة حيث C > B > A.

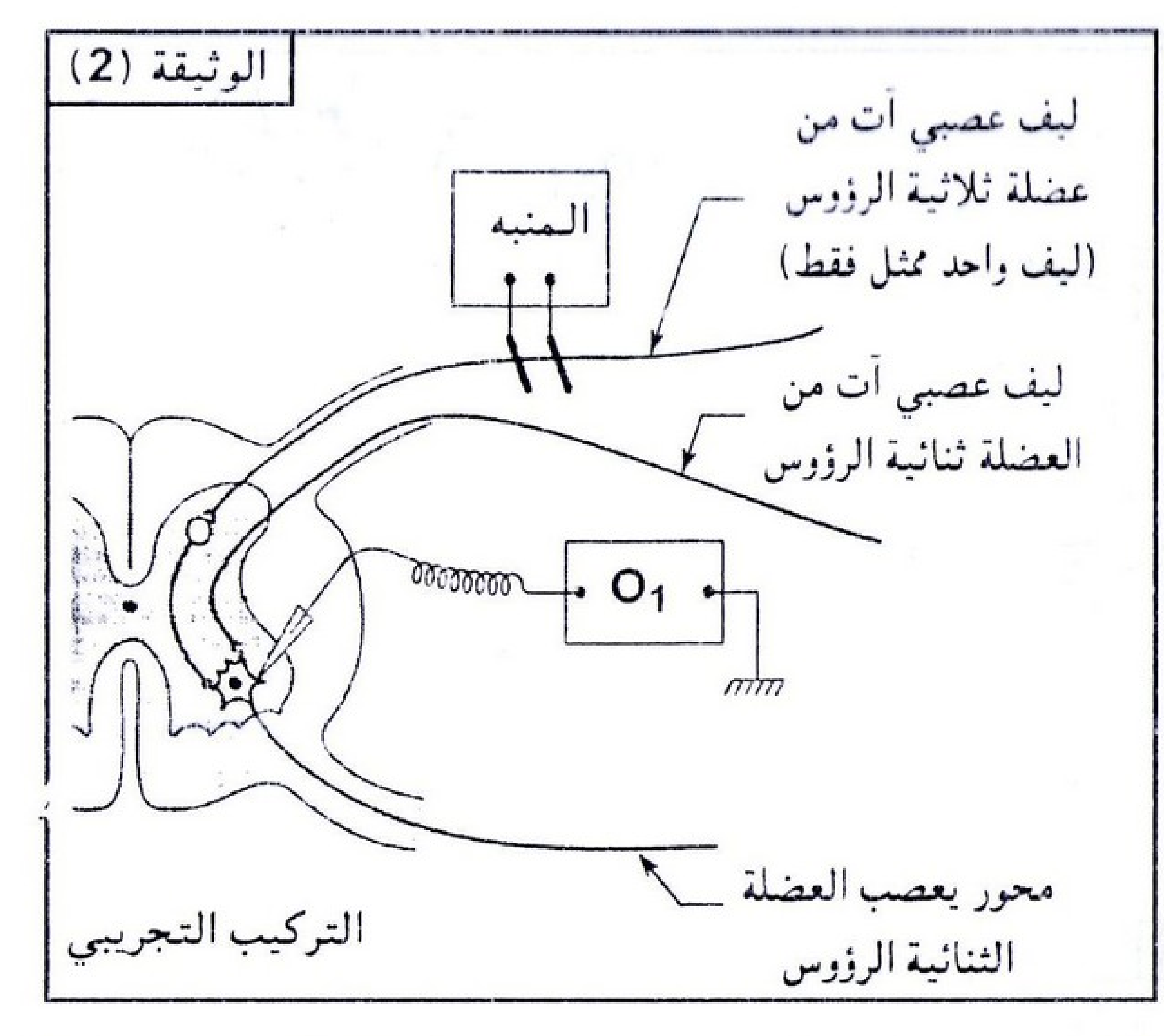
التجارب 4 و 5 : التنبيهات بشدة B تحدث لفترة زمنية متغيرة.

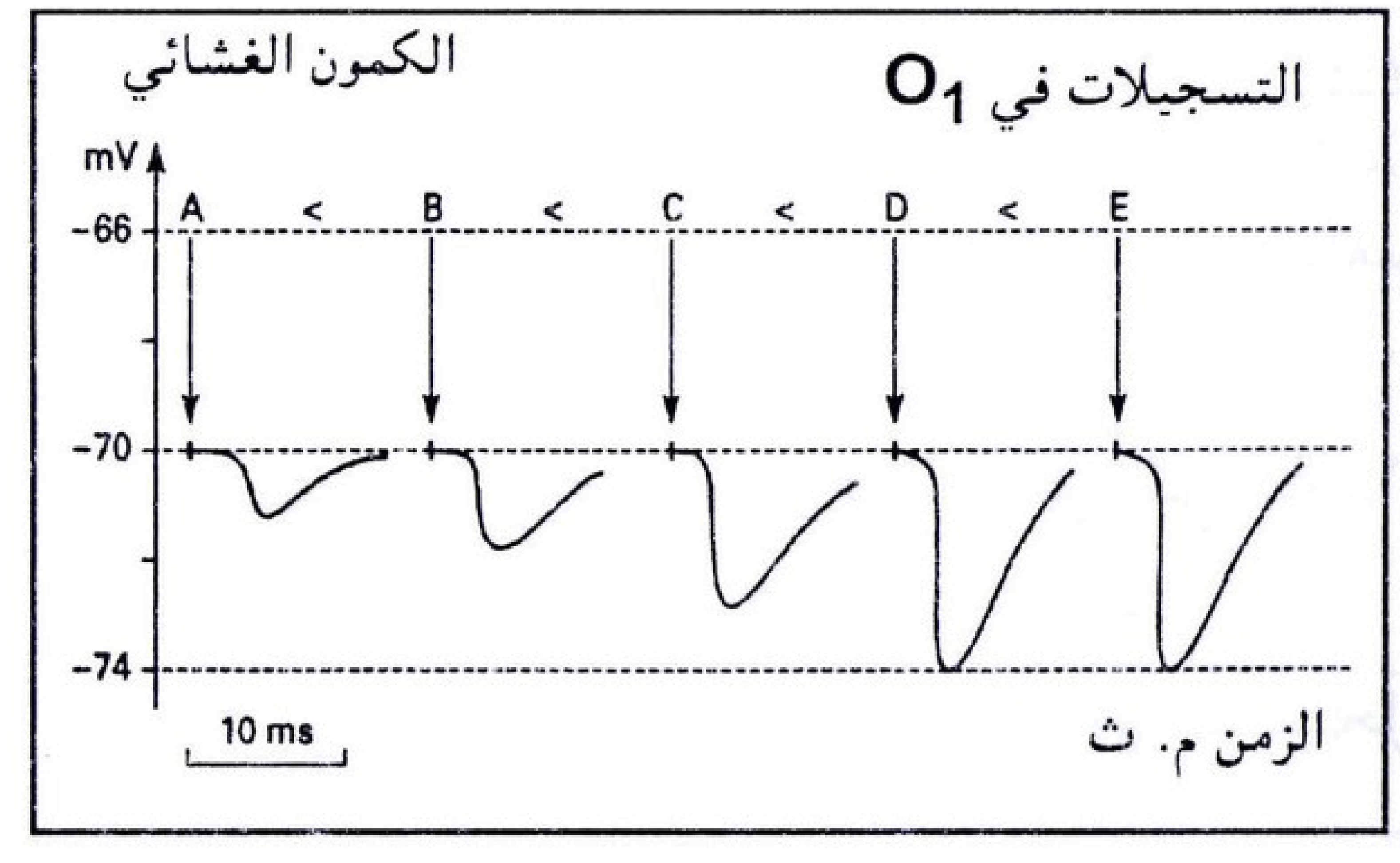
التسجيلات المحصل عليها في O_2 (غير ممثلة):

لانلاحظ كمون عمل إلا في التجربة (3) و(5).

الوثيقة (1)

الوثيقة 2: نعتبر العضلتين المتضادتين للذراع، الثنائية والثلاثية الرؤوس.





- إن ألياف عصبية حسية ليست هي الملاحظة في السؤال السابق) تكون على إتصال مع العصبونات الحركية التي تعصب العضلة الثنائية الرؤوس عن طريق عصبونات جامعة، فهي آتية من مستقبلات متواجد في العضلة الثلاثية الرؤوس، لقد مثلنا في الرسم ليف واحد من هذه الألياف.

ننبه هذه الألياف الآتية من العضلة الثلاثية الرؤوس بتنبيهات ذات شدة متزايدة: E > D > C > B > A، نسجل تغيرات الإستقطاب على مستوى المخروط المحوري بواسطة جهاز الأوسيلوسكوب O_1.

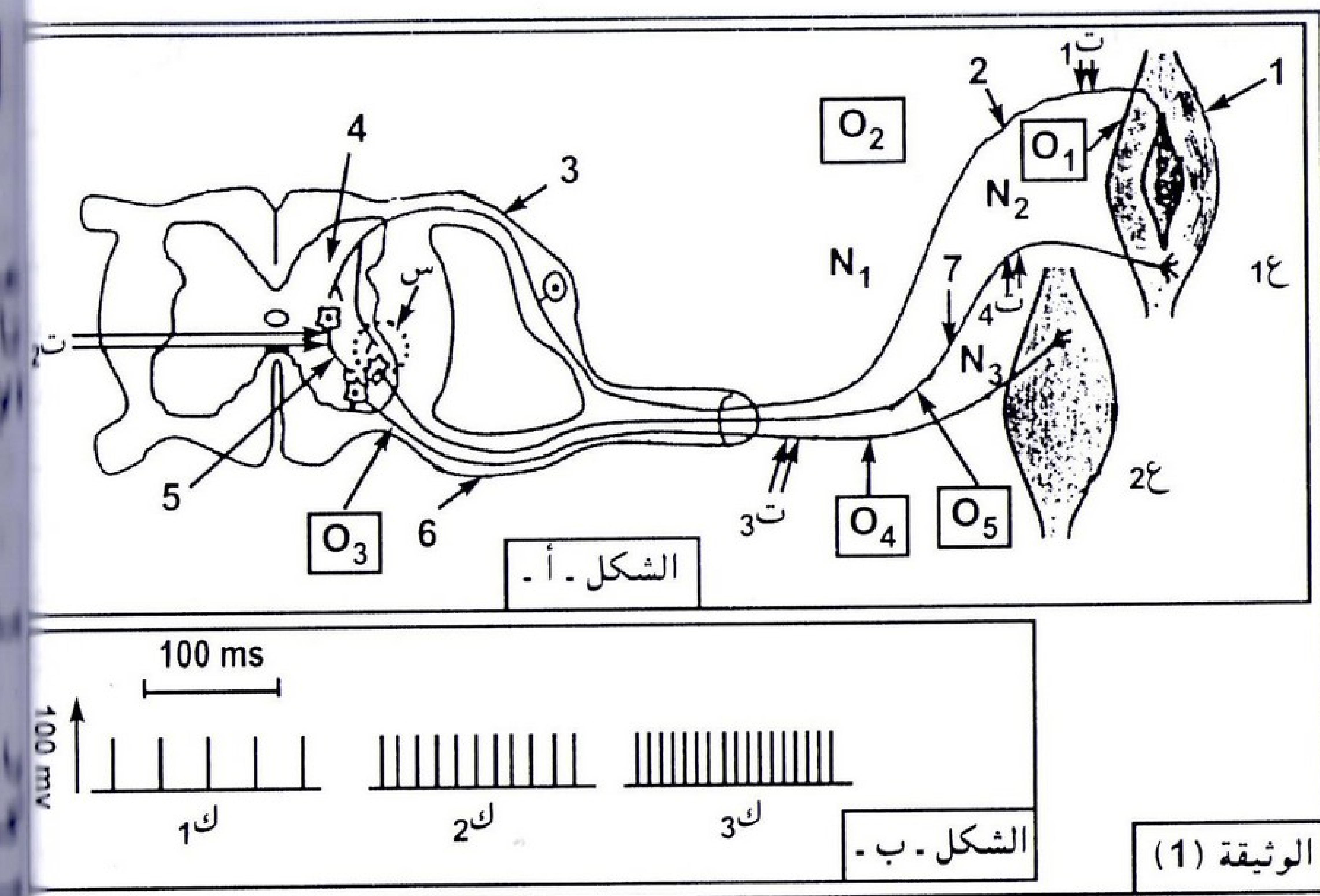
المطلوب: ـ شرح الخواص الإدماجية للعصبون الحركي باستغلال الوثائق 1 و 2 ومعلوماتك؟.

تمرين 30:

نريد دراسة مسار السيالة العصبية أثناء حدوث المنعكس الرضفي لذلك نقوم بالأعمال التالية:

يمثل الشكل [أ] من الوثيقة (1) مخططا يوضح علاقة العصبونات التي تؤمن المنعكس الرضفي عند القط.

نعرض العضلة ($ع_1$) لتمددات وذلك بربطها بأثقال متزايدة الكتلة حيث: $ك_1 < ك_2 < ك_3$. تغيرات تواتر كمون العمل في (N_1) المسجلة عن طريق قطب الإستقبال ($ق_1$).



المتصل براسم الذبذبات المهبطي ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة - 1 -، كمـ... يلاحظ إستجابة العضلة ($ع_1$) بالتقلص عند تمددها باستعمال الثقلين ($ك_2$ و $ك_3$).

1 - قدم أسماء البيانات المرقمة من **1** إلى **7**.

2 - إستخلص دور العضلتين ($ع_1$) و ($ع_2$) في حدوث المنعكس الرضفي.

3 - ماذا تستنتج من تسجيلات الشكل (ب)؟.

4 - تحدث تنبيات فعالة ($ت_1$ .... $ت_4$) ثم نسجل فرق الكمون على مستو... أجهزة راسم الذبذبات المهبطي (**O_1 ..... O_5**).

أ - أملأ الجدول التالي وفقا للنتائج المتوقع الحصول عليها بوضع إشارة (**+**) فـ... حالة كمون العمل وإشارة (**-**) في حالة عدم تغير الكمون الغشائي.

التنبيه (ت)	تسجيل فرق الكمون في **O**				
	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
$ت_1$					
$ت_2$					
$ت_3$					
$ت_4$					

ب - علل إجابتك للتسجيل المحصل عليه خلال التنبيه ($ت_1$) على مستـ... الجهازين (**O_4** و **O_5**).

جـ - أنجز رسما تخطيطيا لما فوق بنية العنصر (س) خلال وصول الرسالة العصبـ... مع وضع البيانات على الرسم.

تمرين 31:

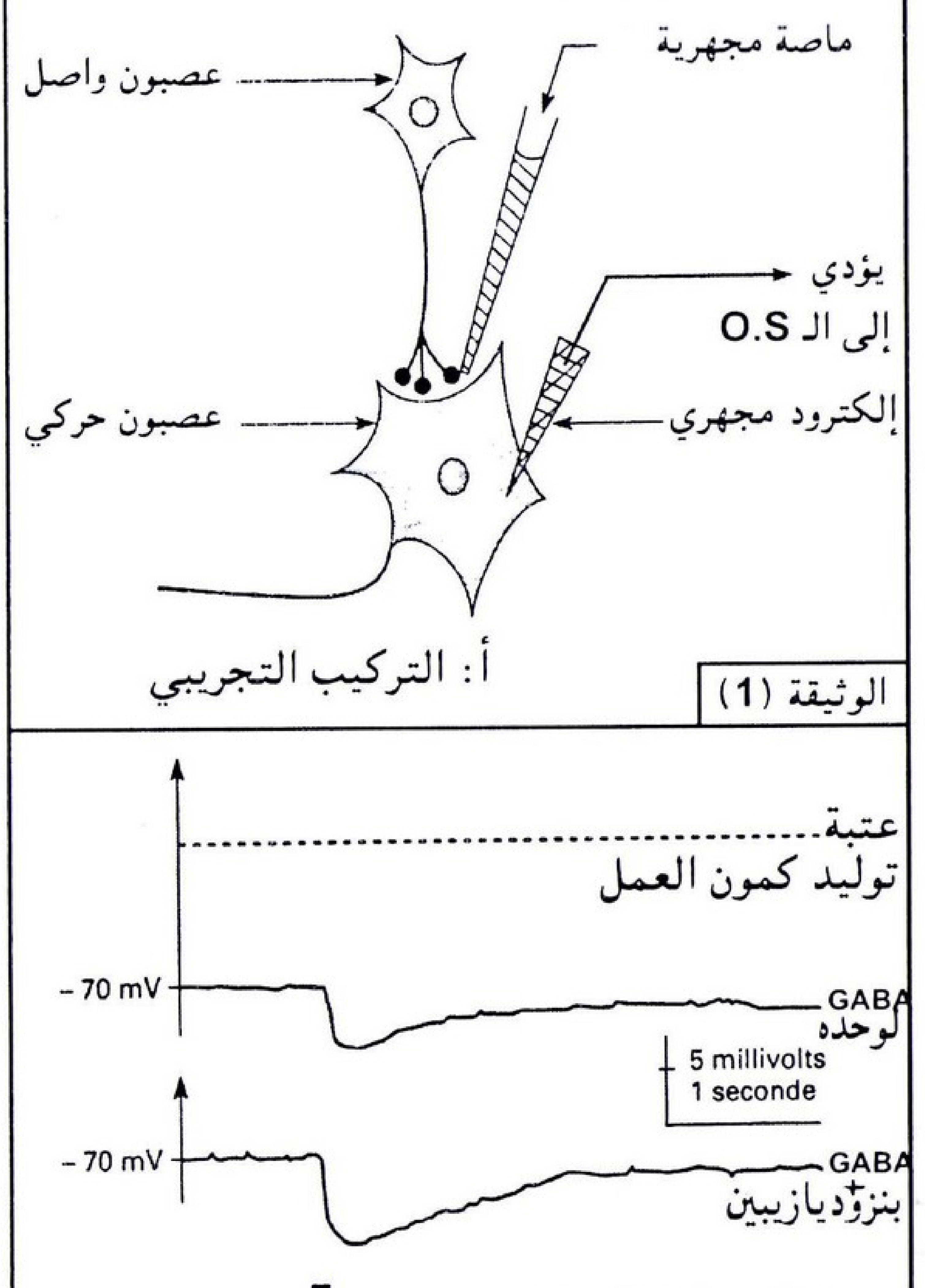
آلية تأثير البنزوديازيبين

إن الجزيئات التي من عائلة البنزوديازيبين لها تأثيرات من بينها تسبب الإرتخاء العضلي.

الوثيقة 1:

تأثير البنزوديازيبين على مشبك من النخاع الشوكي.

لدرس عمل مشبك باستعمال مادة الـ **GABA** (بلاغ عصبي): - لدينا ماصة مجهرية تسمح بحقن مواد مختلفة (**GABA** و بنزوديازيبين) على مستوى الحيز المشبكي، يوضع إلكترود مجهري في الجسم الخلوي للعصبون البعد مشبكي وهي تسمح بقياس تغير إستقطاب هذا العصبون، النتائج **1** - ب تقدم النتائج المحصل عليها بالأوسيلوسكوب.



أ: التركيب التجريبي — الوثيقة (1)

ب: النتائج الملاحظة على الاوسيلوسكوب. — الوثيقة (1)

الوثيقة 2: مميزات العصبون الحركي للنخاع الشوكي.

2 - أ : بنية المستقبل الغشائي البعد مشبكي.

ملاحظة: عندما يتثبت الـ **GABA** في موقع تثبيته تفتح قناة الكلور Cl^-.

2 - ب: التراكيز الشاردية على جانبي غشاء العصبون في حالة الراحة.

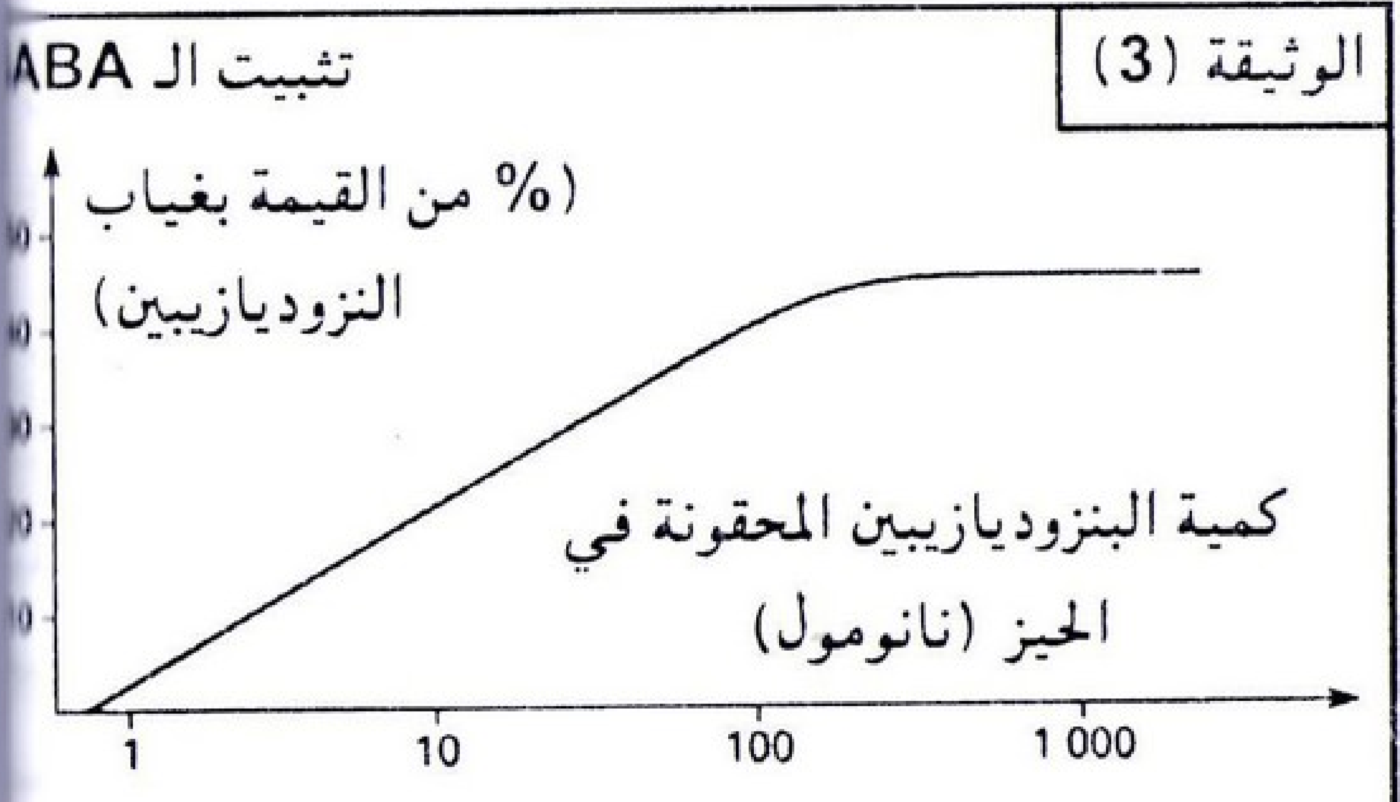
وسط خارج خلوي
موقع تثبيت بنزوديازيبين
بنزوديازيبين
GABA
موقع تثبيت الـ GABA
غشاء هيولي (طبقة مضاعفة من الدسم الفسفوري)
مستقبل قناة الـ Cl^-

الوثيقة (2) أ : وسط داخل خلوي

التراكيز الشاردية في حالة الراحة ملي مول/ل أو فرق الكمون في حالة الراحة 70 -	الوسط الخارجي خلوي	الوسط الداخ[لي] خلوي
Na^+	440	49
K^+	22	410
Cl^-	560	40

الوثيقة (2 ـ ب)

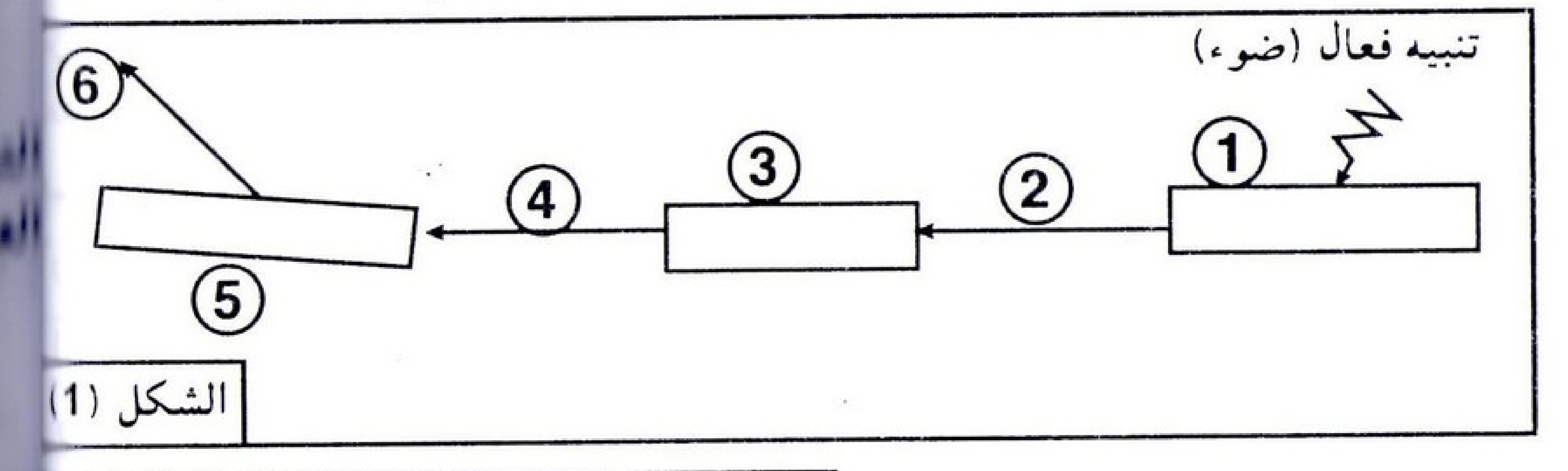
الوثيقة 3: البنزوديازيبين وتثبيت الـ GABA : يبين المنحنى الموالي النتا[ئج] المحصل عليها عند تثبيت الـ GABA على مستقبلاته البعد مشبكية عند حقن مجهري للبنزوديازيبين في الشق المشبكي.



المطلوب: باستغلالك لهذه الوثائق إقترح تفسيرا لآلية عمل جزيئات البنزوديازيبين.

تمرين 32:

إن تنبيه منطقة ما من جسم الحيوان تولد رسالة عصبية تنتقل إلى العضو المن[فذ] الذي يستجيب والمسار التي تسلكها السيالة العصبية ممثل في مخطط الشكل (1)



الشكل (2)
فرق الكمون mV
الزمن ms
0,5 1 2,5

ومنحنى الشكل (2) يمثل وحدة الرسالة العصبية.

1 ـ سم العناصر المرقمة في مخطط الشكل (1).

2 ـ حلل منحنى الشكل (2).

3 ـ إن تكييف الإستجابة المتناسقة خلال السلوك الحيواني مع ضروف الوسط يتطلب ترميز الرسالة العصبية، لاظهار كيف يتم هذا الترميز عند الضفدع ننجز التجربتين التاليتين:

التجربة (1) : يتغذى الضفدع على بعض الحشرات بلسانه وخاصة الرعاش وهي حشرة طويلة الجسم شفافة الأجنحة، نسجل النشاط الكهربائي لعصبون بصري للضفدع ونلاحظ حركة اللسان عندما تعرض أمامه نماذج متحركة من الورق المقوى مختلفة الأبعاد. الشكل (3) يلخص نتائج هذه التجربة.

النموذج المستعمل	تردد كمونات العمل المسجلة	حركة اللسان
a -	(1s) ǀǀǀ ǀǀ ǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀ	⊖
b -	ǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀǀ	⊕
c -	ǀǀǀ ǀǀ ǀ ǀ ǀ ǀǀǀǀ (مدة العرض)	⊖

الشكل (3)

+ حدوث
− عدم حدوث

كل خط عمودي يمثل تسجيل يشبه الشكل (2)

أ ـ أحسب التردد خلال فترة العرض في كل حالة من الحالات الثلاثة.

ب ـ حلل الشكل (3).

4 ـ التجربة (2): نحقن بواسطة ماصة مجهرية الأسيتيلكولين على مستوى البنية التي تربط العنصر (4) بالعنصر (5) من الشكل (1) ونسجل سعة الإستجابة لدى العنصر (5). النتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول الموالي:-

تركيز الأستيل كولين ميكرومول/ل	10	50	100	300	400	500
سعة إستجابة العنصر5 $uA\ 10^{-2} \times$	2	3	3,5	4	4	4

أ ـ أرسم منحنى تغيرات سعة إستجابة العنصر (5) بدلالة تركيز الأستيل كولين.

ب ـ حلل وفسر المنحنى.

ج ـ وضح كيف يتم ترميز الرسالة العصبية من مستوى لآخر إنطلاقا من نقطة التنبيه إلى الإستجابة.

تمرين 33:

لدراسة بعض مظاهر الإتصالات العصبية نقترح مايلي:

I ـ التـجـربـة **1**: نضع المحور العصبي المعزول لحيوان بحري في ماء بحر ثم نقو[م] بتغيير تركيز شوارد الصوديوم في الوسط ونسجل إستجابة المحور لتنبيه فعال.

التسجيل **1** من الوثيقة **1** يمثل الحالة العادية أي تركيز الصوديوم عادي.

التسجيل **2** من الوثيقة **1** بعد خفض تركيز Na^+ إلى **50%** من تركيزه الأصلي.

الوثيقة (1)

فرق الكمون (mv)

التسجيل 1

التسجيل 2

50% Na^+

t (ms) الزمن

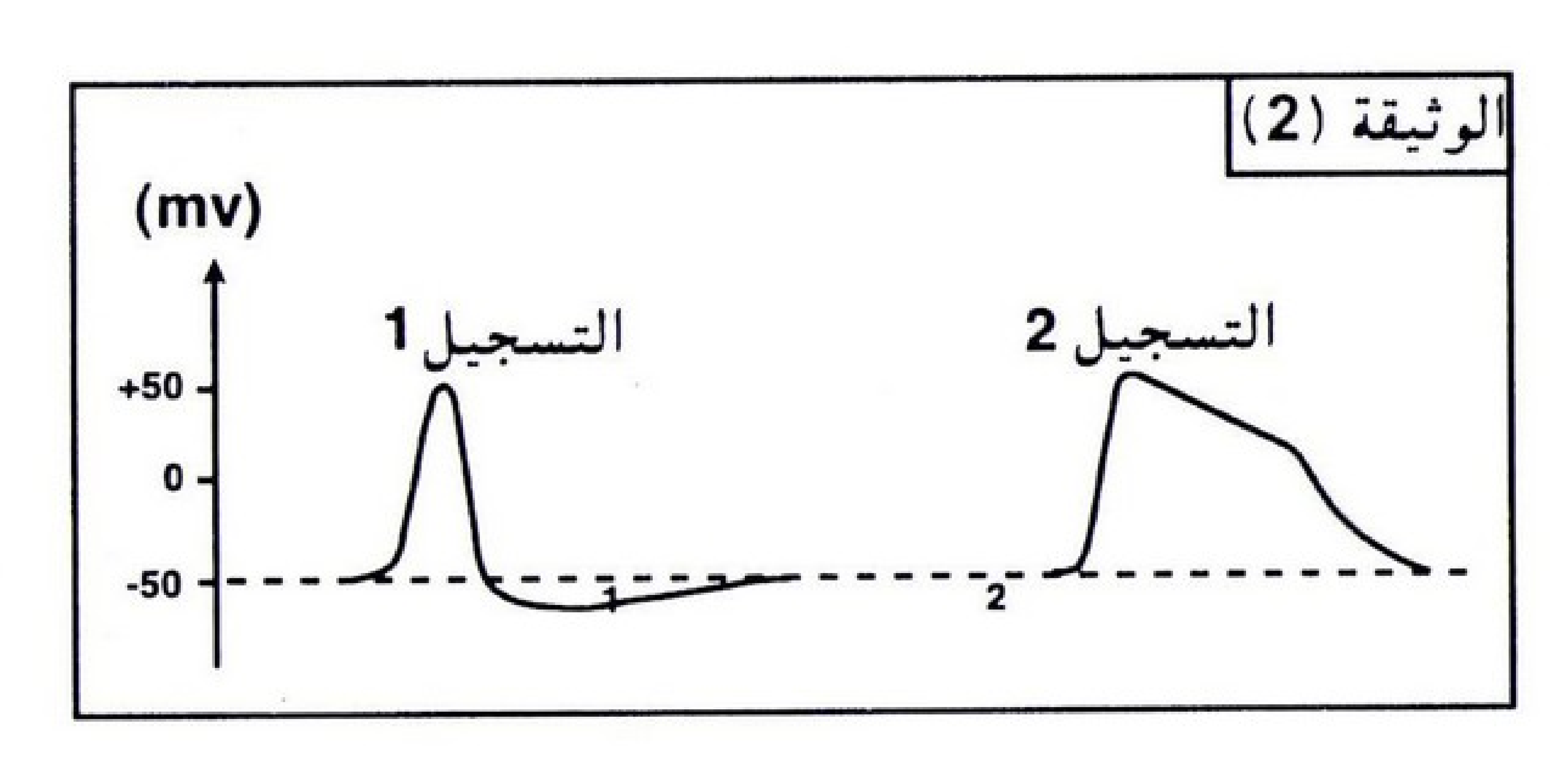
التجربة **2**: نضع محور عصبي معزول آخر لحيوان رخوي بحري في ماء بحر عادي ثم نقوم بتسجيل إستجابة هذا المحور بعد إحداث تنبيه فعال:

ـ في هذه الحالة العادية (التسجيل **1**) من الوثيقة (**2**).

ـ في حالة إضافة مادة تمنع إنفتاح قنوات الـ K^+ إلى الوسط الخارجي حصلنا على التسجيل (**2**) من الوثيقة (**2**).

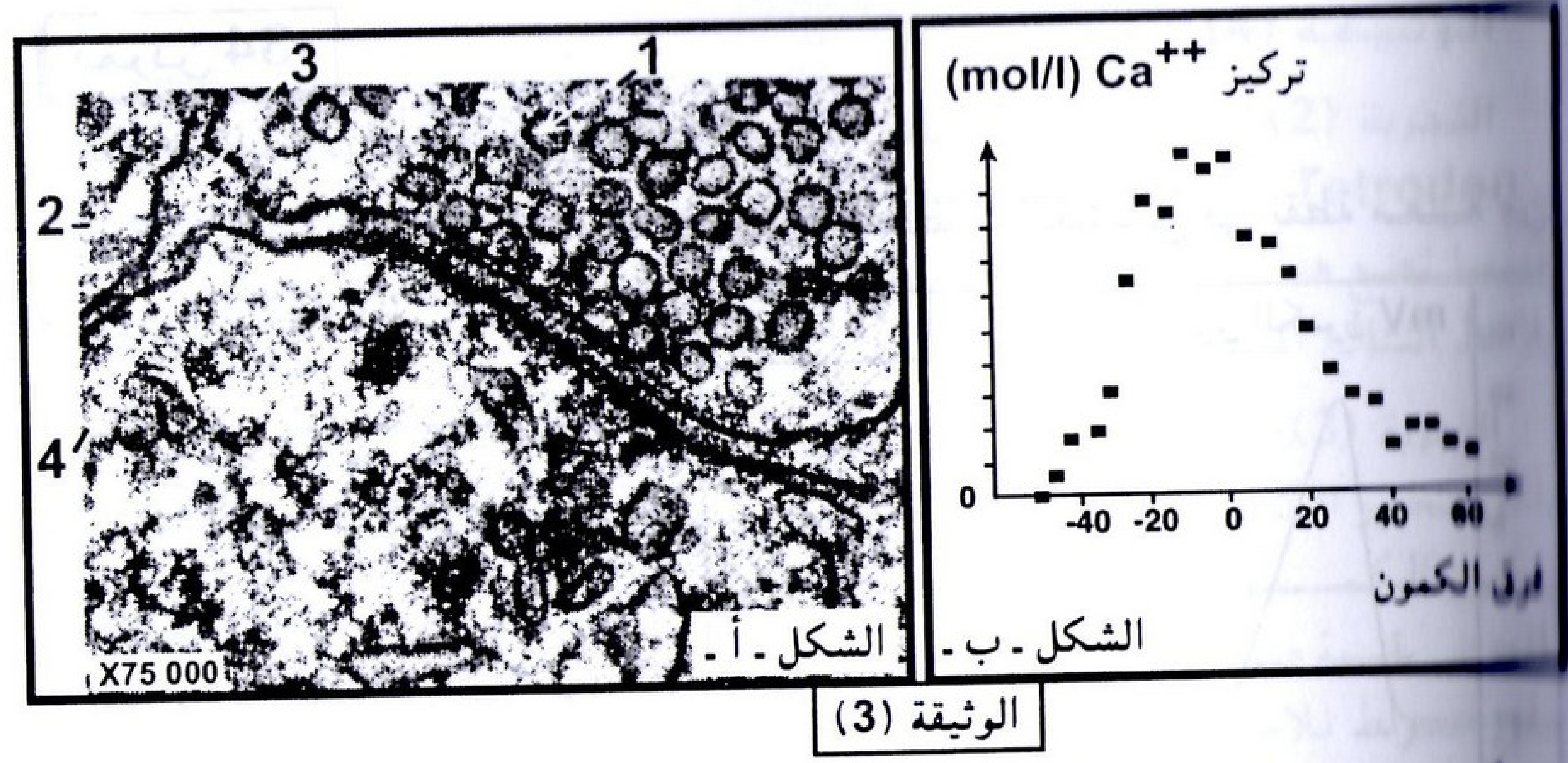
1 ـ ماذا يمثل منحنى التسجيل (**1**) من الوثيقة (**1**)؟.

2 ـ ماهي المعلومات التي تتوصل إليها من نتائج التجربتين **1** و**2** بخصوص د[ور] كل من الـ Na^+ والـ K^+؟ علل.



3 ـ وضح باختصار كيف تتدخل قنوات الصوديوم والبوتاسيوم في توليد كمون العمل.

II ـ إن الشكلين أ، ب من الوثيـقـة (**3**) يمثلان على التوالي صورة مجهرية لمشب[ك] وتطور تركـيـز شـوارد الـ Ca^{++} داخل العنصر القبل مشـبكي إثر تطبيق سلسلة م[ن] كمونات عمل لمدة (**6**) ملي ثانية على هذا العنصر.



الوثيقة (3)

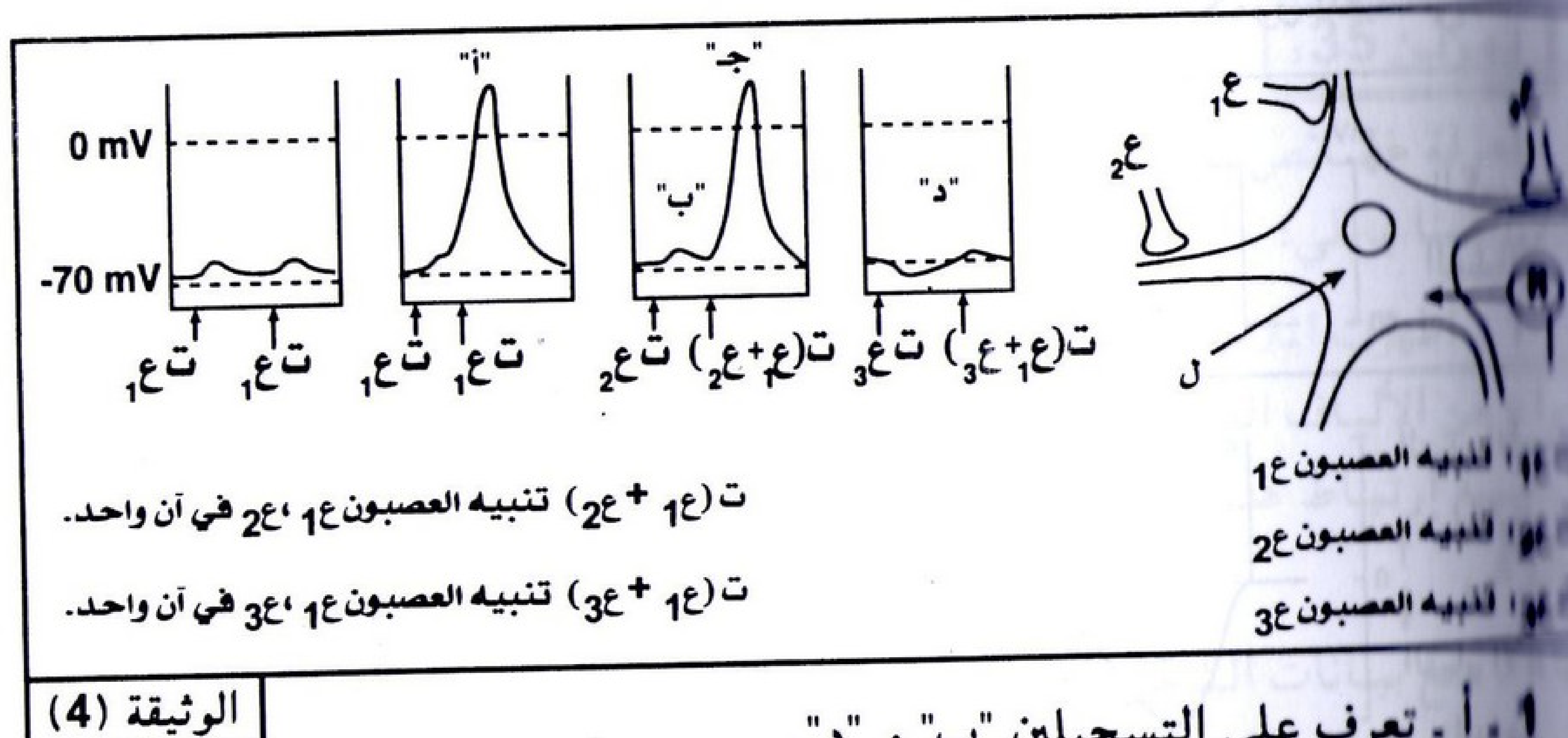
1 ـ ضع البيانات حسب الترقيم المعطى في الشكل أ من الوثيقة (**3**).

2 ـ أ ـ حلل الشكل ب من الوثيقة (**3**).

ب ـ فسر التطور الملاحظ في تركيز شوارد الكالسيوم.

3 ـ إعتمادا على ماسبق ومعلوماتك، فسر باختصار آلية النقل المشبكي في حالة [إستق]بال منبه.

III ـ يمثل الوثيقة (**4**) التسجيلات المحصل عليها على مستوى العصبون المحرك ل [ب]استخدام الأوسيلوسكوب (**R**) إثر تنبيهات فعالة (ت) لها نفس الشدة على العصبونات أ، ب، ج.



الوثيقة (4)

1 ـ أ ـ تعرف على التسجيلين "ب" و "د".

ب ـ ماهي وظيفة العصبونات "$ع_1$"، "$ع_2$" و "$ع_3$".

2 ـ فسر النتائج المحصل عليها بالنسبة للتسجيلين "أ" و "ج".

3 ـ إستنتج دور العصبون المحرك "ل" الذي تم الكشف عنه في الوثيقة (**4**).

تمرين 34:

الظواهر الشاردية أصل كمون العمل.

إن كمون العمل يتجلى بتغير مؤقت للإستقطاب الغشائي في نقطة معنية من العصبون (الوثيقة 1).

نقترح البحث عن الظواهر الشاردية التي هي مصدر كمون العمل.

الوثيقة (1): تغيرات الإستقطاب الغشائي (كمون العمل) للمحور العملاق للكالمار.

الوثيقة (1)

الوثيقة (2): التركيز الشاردي للوسطين الداخل والخارج خلوي للمحور العملاق للكالمار (ملي مول/لتر).

	Na^+	K^+
وسط خارج خلوي	140	5
وسط داخل خلوي	14	146

الوثيقة (2)

الوثيقة (3): تقنية الكمون المفروض:

تسمح هذه التقنية بفرض كمون بمدة وقيمة مناسبتين لغشاء المحور وقياس قيمة التيارات الشاردية العابرة لغشاء العصبون.

التجربة (1): نفرض كمون قدره (صفر) معناه نقوم بإلغاء الكمون الغشائي.

النتائج المسجلة ممثلة في الوثيقة (3) من جهة أخرى نلاحظ إذا كان الكمون المفروض ضعيف جدا [لانبتعد كثيرا عن قيمة الكمون الغشائي (في حالة الراحة)] لايعبر أي تيار شاردي الغشاء.

تغيرات التيار الأيوني (الشاردي) العابر للغشاء عندما نرفع كمون الراحة من 60- (الكمون المفروض = 0)

الوثيقة (3) تغيرات الكمون الغشائي

الوثيقة (4):

التجربة (2): مادة الـ **TTX** مادة سامة تم عزله من بعض أعضاء السمك المسمى **Tetrodon** (**tétrodotoxine**) يثبط آلية نفاذية الـ Na^+ عبر محور الكالمار، عندما نضع هذا السم على سطح الخلية ويكون الكمون المفروض بصفر ملي فولط نلاحظ النتائج الممثلة في المنحنى (1) من الوثيقة (4).

التجربة (3): المادة **TEA** تثبط تفاضليا نفاذية شوارد الـ **K+**. عندما نضع هذا السم داخل محور الكالمار ويكون الكمون المفروض بقيمة صفر ملي فولط نلاحظ النتائج الملاحظة في المنحنى (2) من الوثيقة (4)

(1) بوجود TTX
(2) بوجود TEA

الوثيقة (4)

المطلوب:

حلل هذه الوثائق للتوصل إلى مصدر كمون العمل.

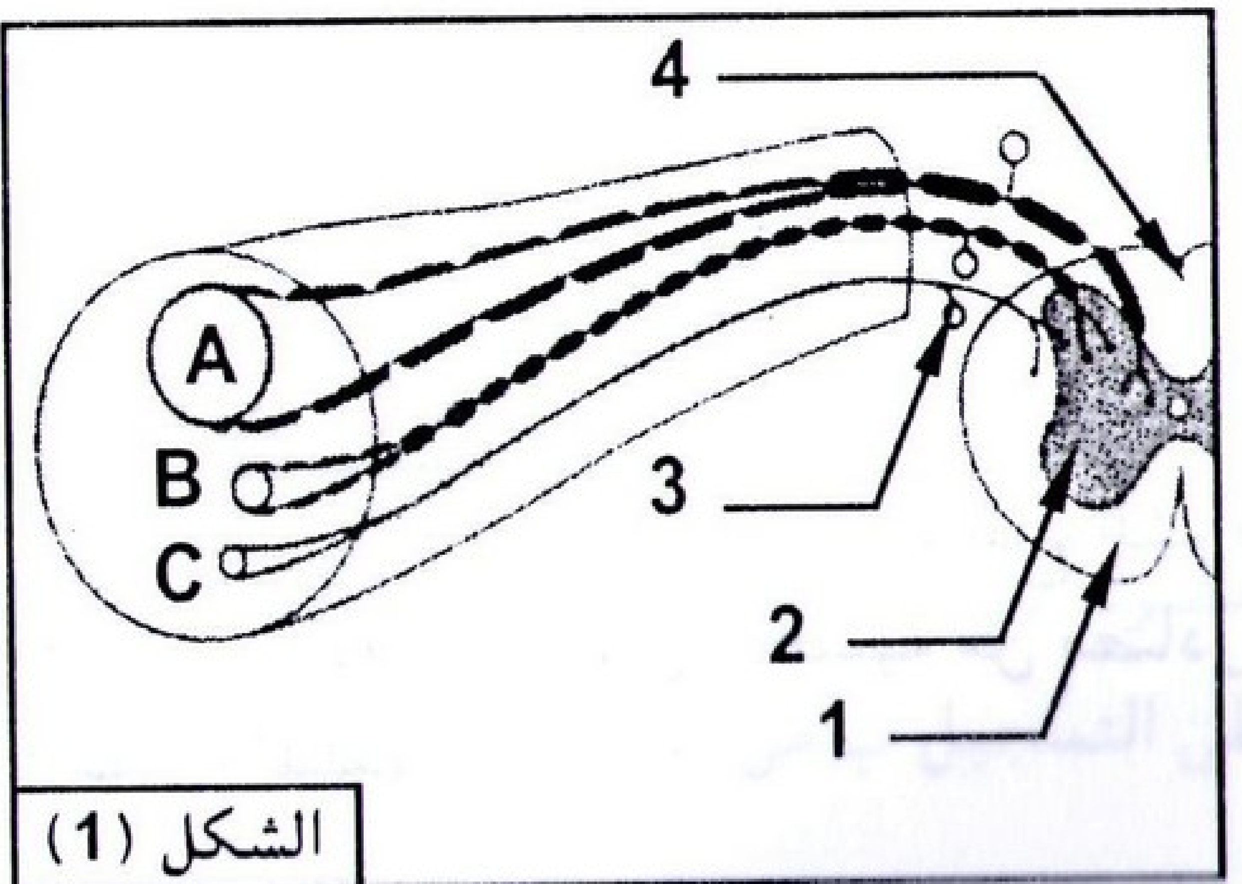
تمرين 35:

لمعرفة خصائص الألياف العصبية التي يتركب منها أحد الأعصاب الجلدية لحيوان ثديي، قمنا بمايلي:

1 . أظهرت الملاحظة المجهرية لهذا العصب الجلدي (الشكل 1) أنه يتكون من عدة أنواع من الألياف العصبية، كما يوضح كيفية إرتباط هذه الألياف بالنخاع الشوكي.

أ . ضع بيانات الشكل (1) حسب الترقيم المعطى.

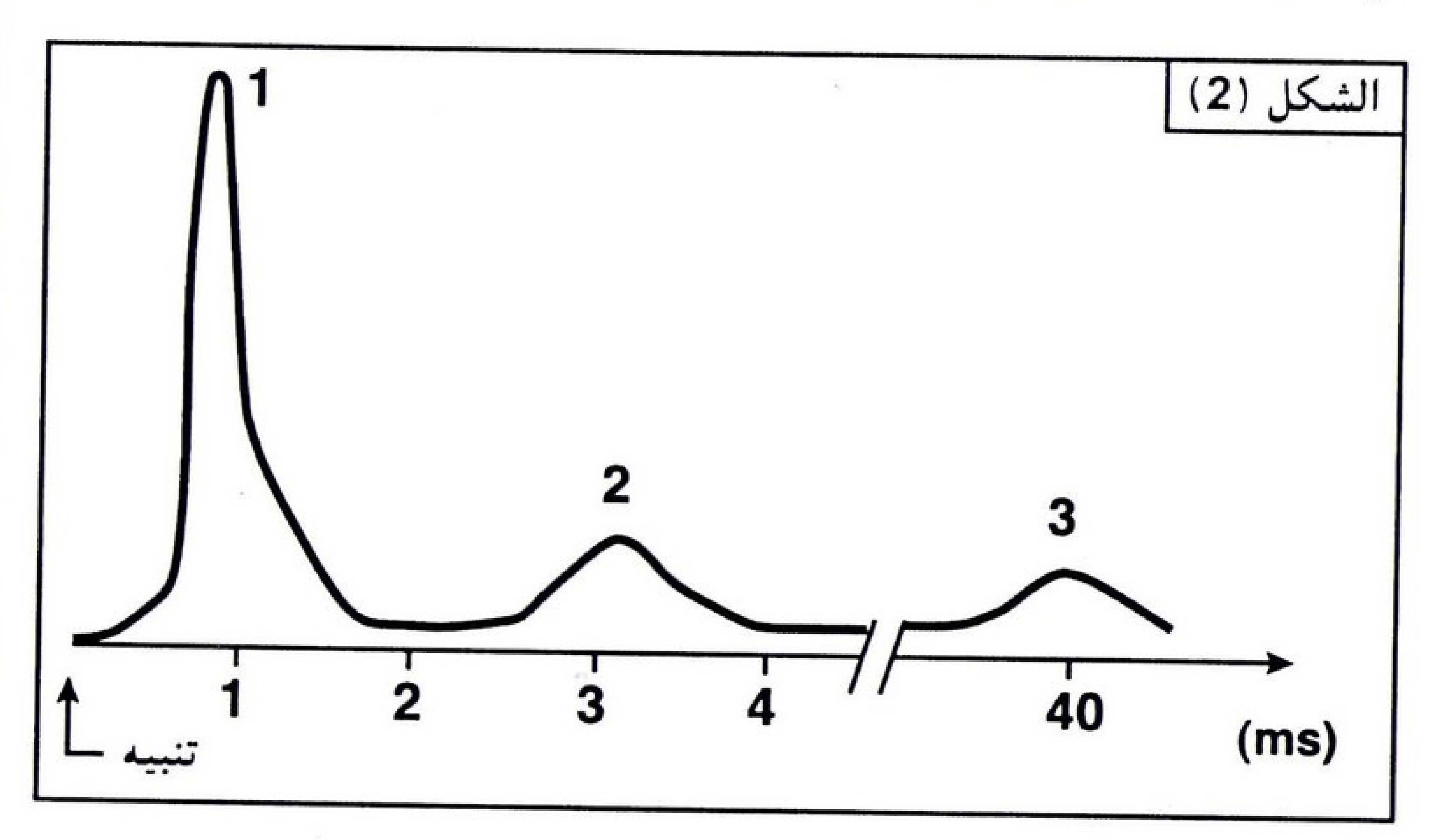
ب . حدد الخصائص البنيوية التي تميز كل نوع من هذه الألياف.



الشكل (1)

2 ـ يخضع هذا العصب الجلدي لتنبيه ذو شدة قوية، وتم تسجيل نشاطه الكهربائي على بعد مسافة معينة من نقطة التنبيه بواسطة جهاز الأوسيلوسكوب، يمثل الشكل (2) التسجيل المحصل عليه.

ـ فسر النتيجة المحصل عليها.



3 ـ لتحديد دور كل نوع من هذه الألياف العصبية، تم إخضاع العصب الجلدي السابق إلي تنبيهات ذات شدة متزايدة والجدول الموالي يعطي ظروف ونتائج التجارب

شدة التنبيه	الألياف العصبية المنبهة	الإحساس الملاحظ
تنبيه ذات شدة ضعيفة	A	الإحساس باللمس
تنبيه ذات شدة متوسطة	A و B	الإحساس باللمس وألم خاطف (مطاق ومتموضع)
تنبيه ذات شدة عالية	A و B و C	الإحساس باللمس وألم مطاق متبوع بألم شديد ومنتشر (ألم متأخر).

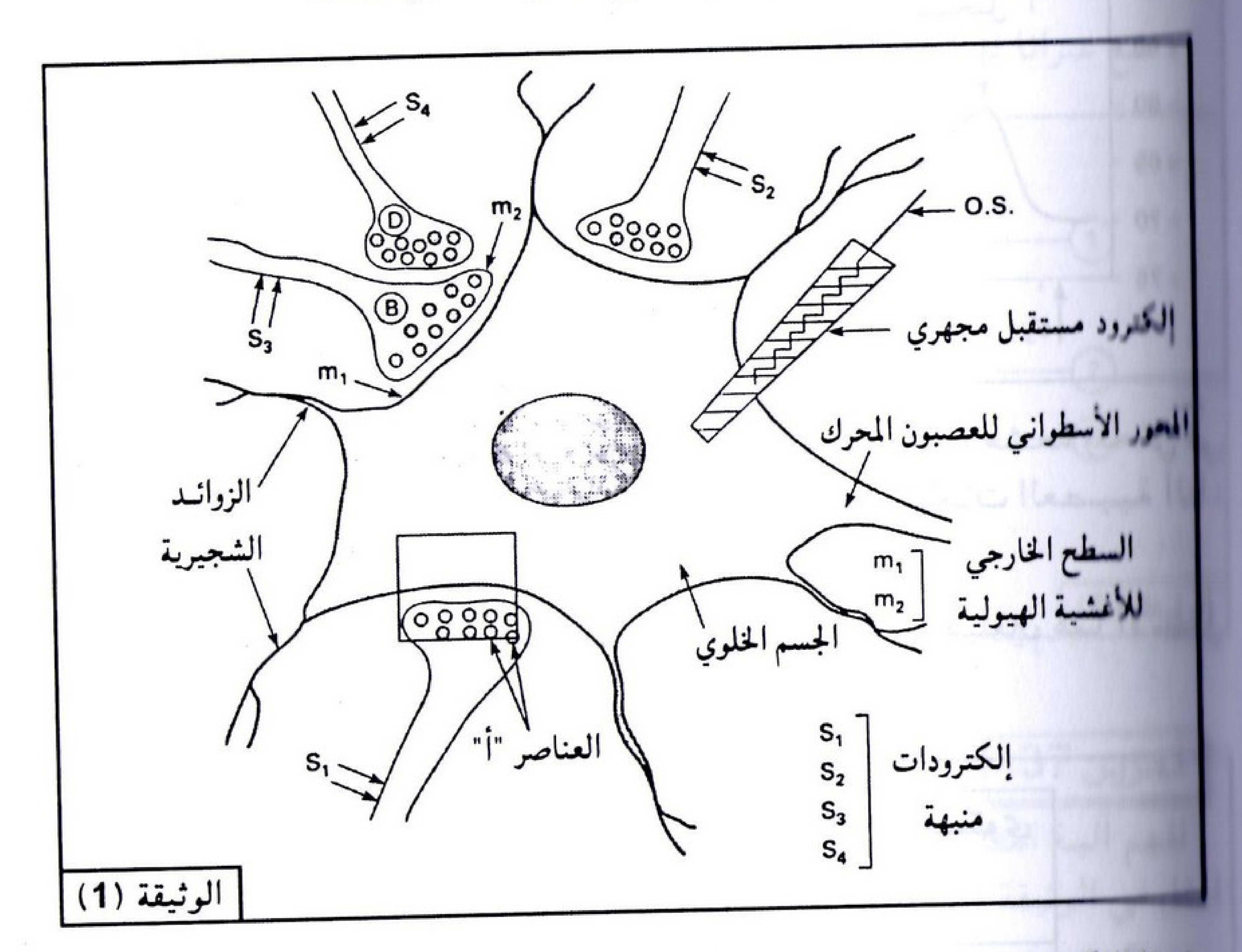
أ ـ قارن بين عتبة تنبيه هذه الأنواع.

ب ـ حدد دور كل نوع من هذه الألياف.

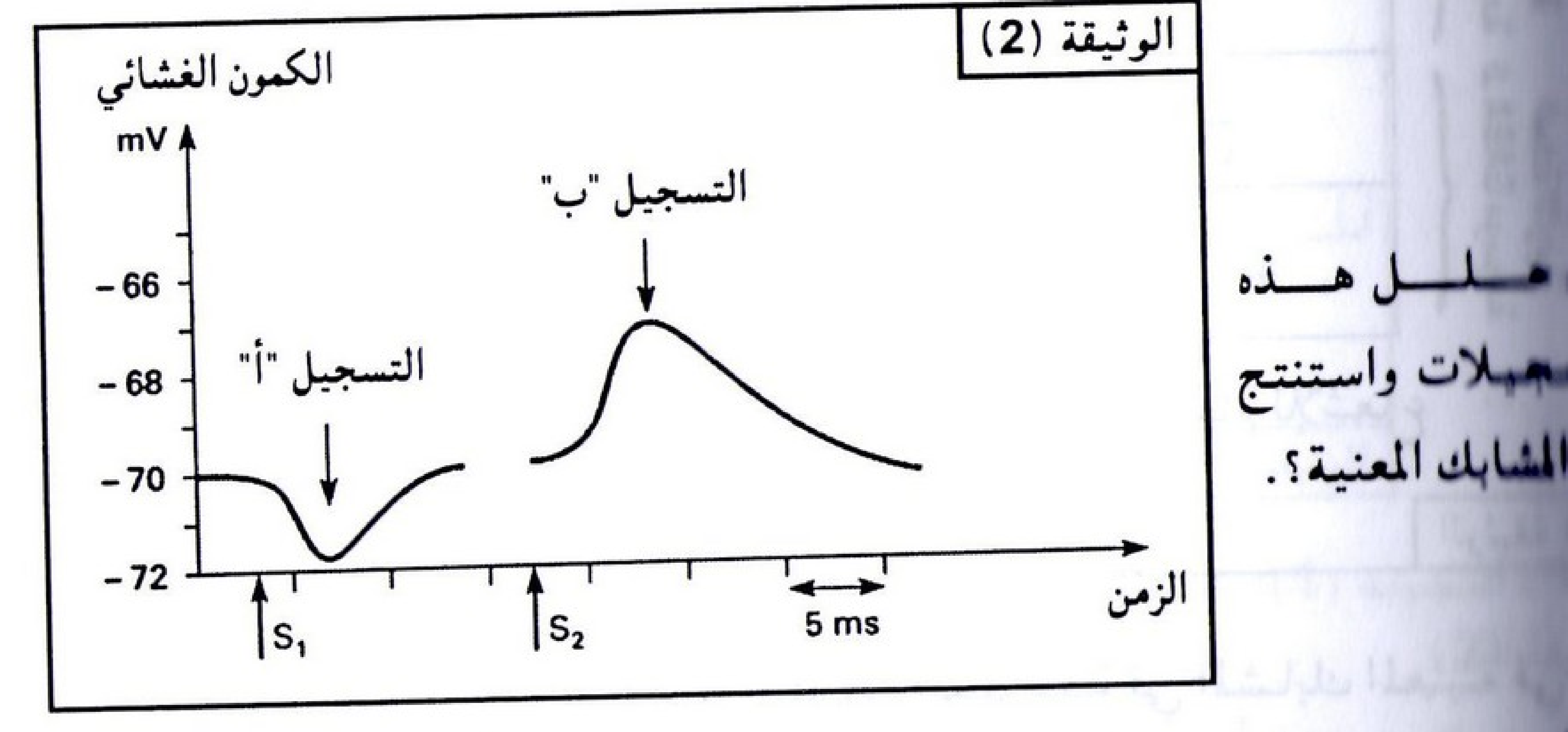
تمرين 36:

إن عصبونات المراكز العصبية للنخاع الشوكي كالعصبون الحركي الممثل في الوثيقة (1) تقوم بادماج الرسائل العصبية من مصادر مختلفة وتؤمن هكذا استجابات منسقة للأعضاء المنفذة.

1 ـ إن العصبون الحركي الممثل في الوثيقة (1) هو على اتصال مع نهايات محورية آتية من مستقبلات حسية أو عصبونات واصلة (جامعة).

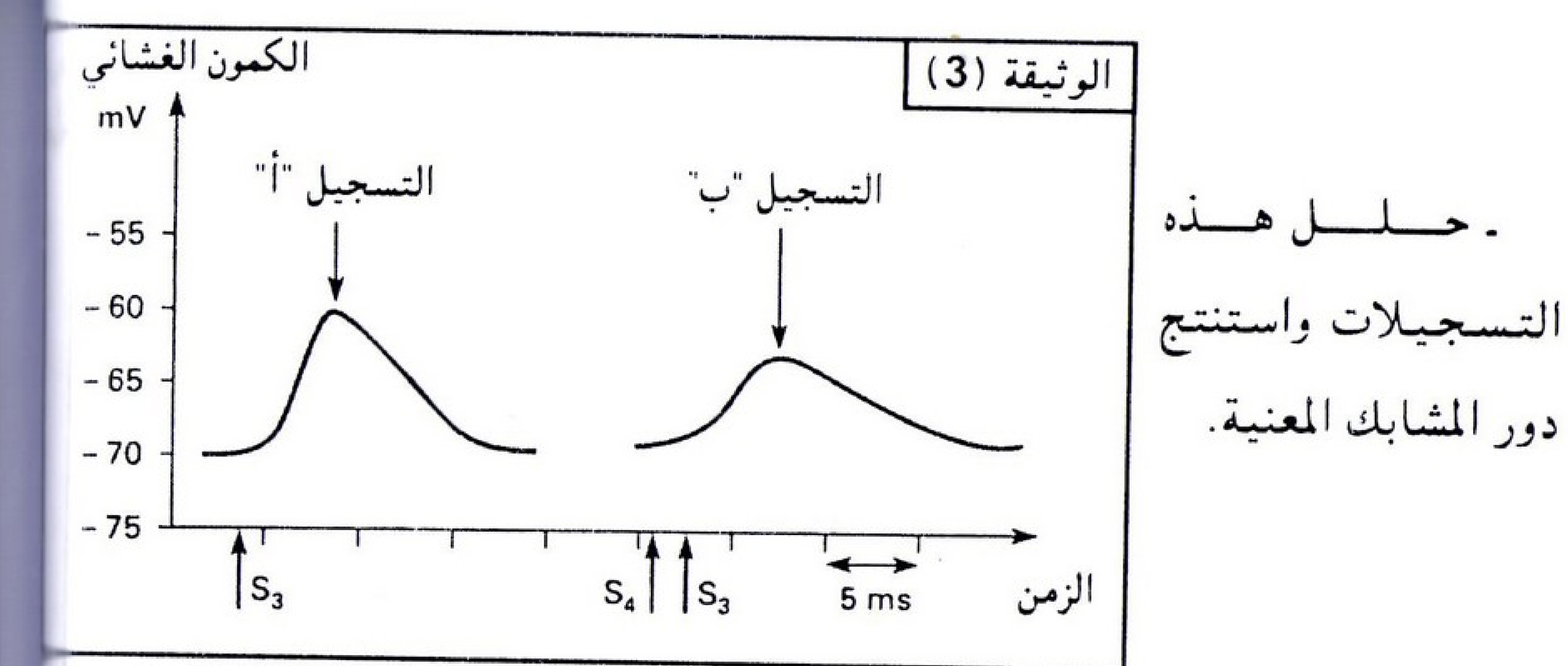


ندخل الكترود مجهري مستقبل في العصبون ونسجل النشاط الكهربائي له إثر تنبيهات فعالة. التنبيهات S_1، S_2 تكون منفصلة فتعطي التسجيلين أ، ب من الوثيقة (2).



ـ حلل هذه التسجيلات واستنتج دور المشابك المعنية؟.

2 ـ إن تنبيه فعال في S_3 يسمح بالحصول على التسجيل أ من الوثيقة (3)، وأن تنبيه فعال في S_3 و S_4 في آن واحد أعطى التسجيل ب من الوثيقة (3).



- حلل هذه التسجيلات واستنتج دور المشابك المعنية.

3 - لدينا مواد كمصدر للمبلغات العصبية تكون موسومة بمادة مشعة ونحقن في النهايات المحورية تسمح بتتبع بالتصوير الإشعاعي الذاتي المبلغات العصبية أثنا تنشيط المشابك.

الوثيقة (4) التالية تقدم النتائج المحصل عليها بعد وسم مبلغين هما الأستيل كولين (ACH) والغابا (GABA).

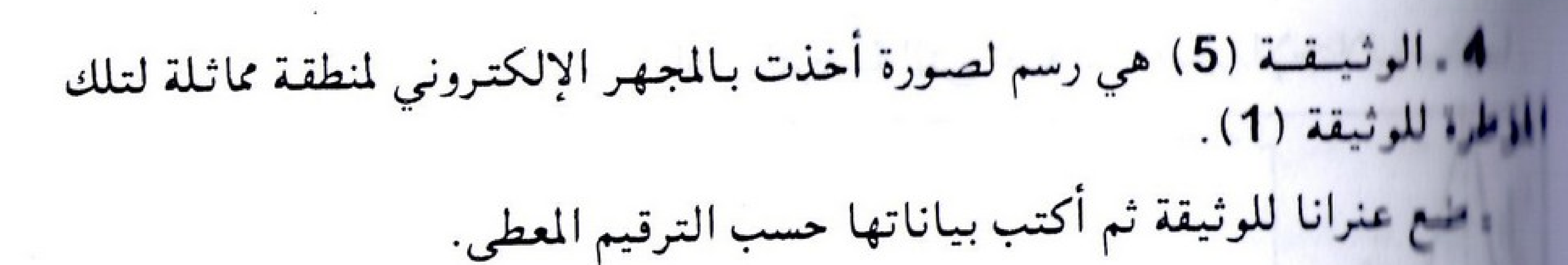
	التنبيهات المحدثة	الإشعاع في مستوي m_1	الإشعاع في مستوي m_2
بعد حقن المادة الأولية موسومة لـ ACH	S_3	+ +	–
	S_3 ثم S_4	+	–
بعد حقن المادة الأولية موسومة لـ GABA	S_3	–	–
	S_3 ثم S_4	–	+ +

- غياب الإشعاع   + وجود الإشعاع   ++ وجود هام للإشعاع

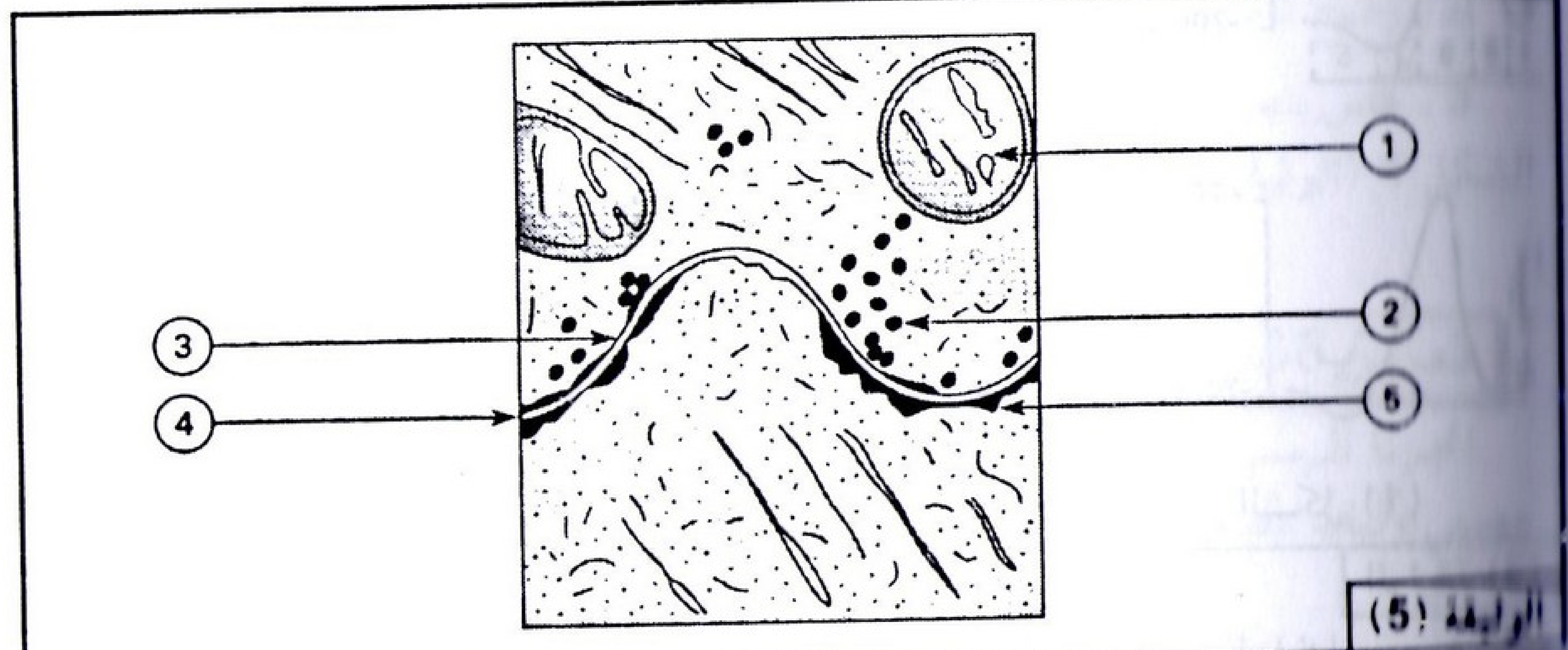
الوثيقة (4)

أ - إستغل هذه النتائج لتحديد المبلغات العصبية في المشابك المعنية في هـ السؤال.

ب - إنطلاقا من نتائج الوثيقة (4)، اشرح آلية عمل المشابك B و D (أنظـ الوثيقة 1).

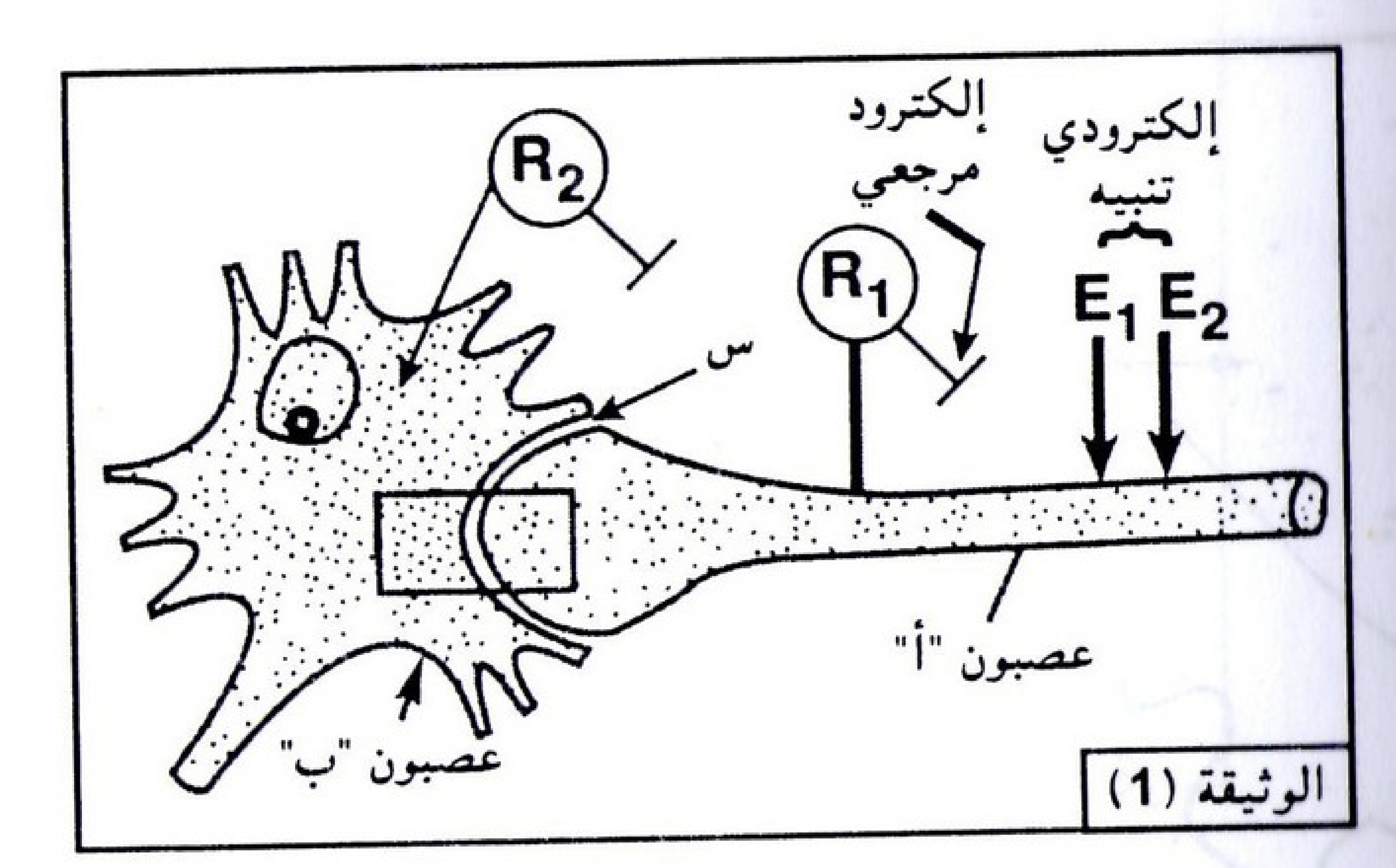

4 - الوثيقة (5) هي رسم لصورة أخذت بالمجهر الإلكتروني لمنطقة مماثلة لتلك المؤطرة للوثيقة (1).

- ضع عنرانا للوثيقة ثم أكتب بياناتها حسب الترقيم المعطى.



التمرين 37:

لفهم آلية النقل المشبكي نجري مجموعة من التجارب على التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (1).

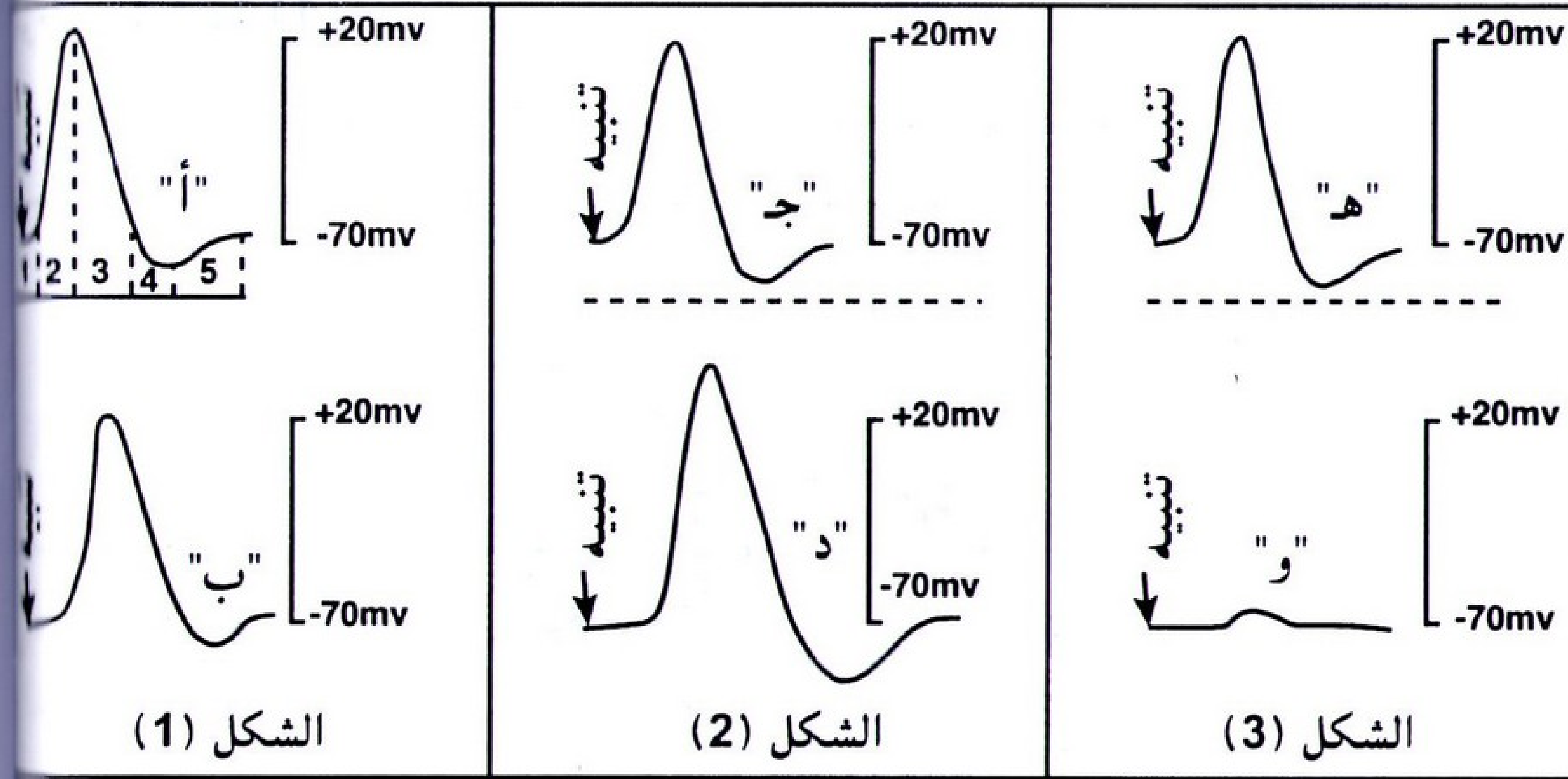


1 - التجربة (1): بعد التنبيه بواسطة E_1 E_2 نحصل على التسجيلين أ، ب من الوثيقة (2).

أ - سم التسجيلين أ، ب.

ب - سمي أجزاء التسجيل (أ) حسب الترقيم المعطى.

جـ - قارن بين التسجيلين أ، ب. ماهي الفرضية التي تضعها لتفسير الإختلاف بينهما



الشكل (1) الشكل (2) الشكل (3)

الوثيقة (2)

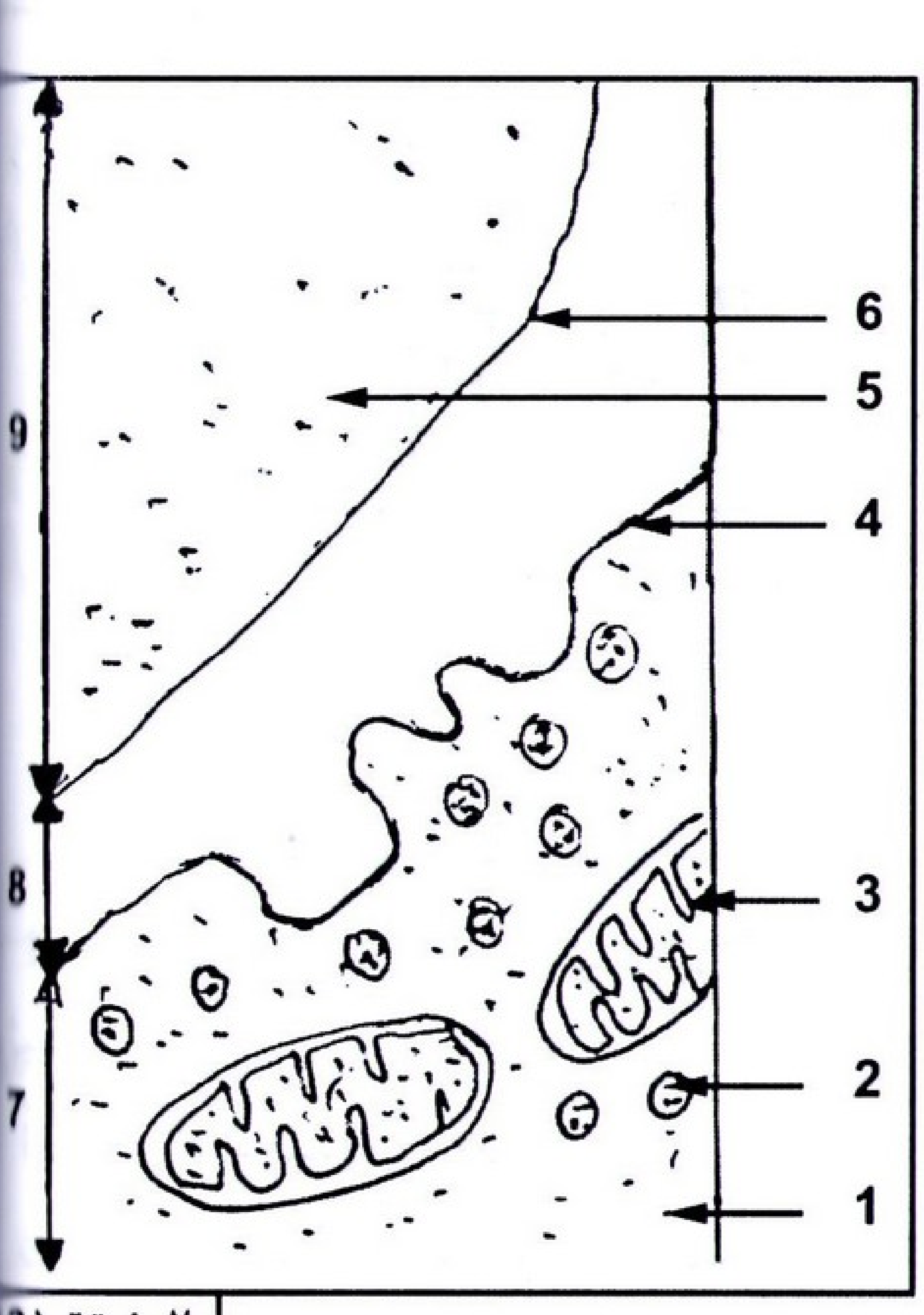
2 - التجـربة (2): نزيد من تركيز شوارد الـ Ca^{++} في الوسط الخارجي خمسة أضعاف ماكانت عليه.

نـنبـه في E_1 E_2 فنحصل على التسجيلين جـ، د (الشكل 2 من الوثيـقة 2) مع ملاحظة أنه بعد التنبيه مباشرة يزداد تركيز شوارد الـ Ca^{++} داخل الخلية العصبية أ

أ - مـــاهي الملاحظة التي يمكنك قولها فيما يخص التسجيلين المسجلين من قبل R_1 في التجربتين 1 و 2.

ب - قارن بين التسجيلين المسجلين من قبل R_2 في التجربتين 1 و 2.

جـ - من كل مـاسبق مـاذا تسـتنتج فيما يخص تأثير Ca^{++} وكمون عمل الخلية العصبية (2).



الوثيقة (3)

3 - التـجـربة (3): نضـيف مـادة الكورار في الحيـز "س" من الوثـيقة (1) ثم ننبــه في E_1 E_2 فـحـصلنا على التـسـجيلين هـ، و (الشكل 3 مـــن الوثيقة 2).

- قارن بين التسجيلين أ، هـ وكذلك بين التسجيلين ب، و.

4 - إن الوثيقة (3) تظهر مافوق بنية الجزء المؤطر من الوثيقة (1) قبل التنبيه.

أ - ماذا تمثل الأرقام من 1 إلي 9.

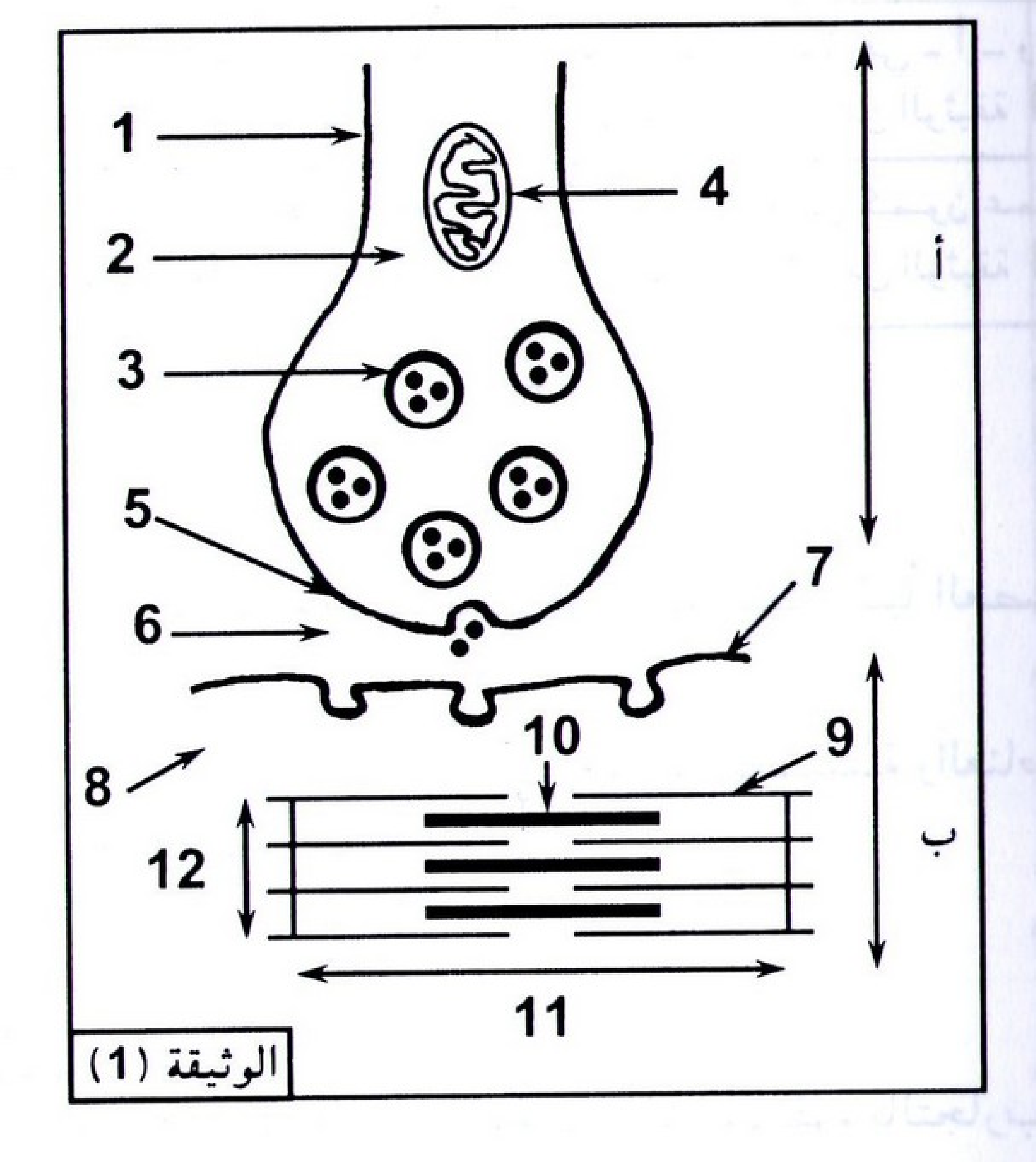
ب - مامفعول شوارد الـ Ca^{++} على محتوى العنصر 2.

هـ - وضح تأثير الكورار على النقل المشبكي.

5 - لخص بنص علمي مختصر المراحل الضرورية للحصول على التسجيل R2 مـــن الشكل 1 (الوثيقة 2) أي في الضروف العادية.

التمرين 38:

اظهرنا الرسم التـخطيطي التـالي لما فـوق البنيـة الخلوية لمنطقـة الاتصـال بين ليف عصبي وليف عضلي (الوثيقة 1).



الوثيقة (1)

1 - ضع البيانات حسب الترقيم المعطى . مع وضع عنوان مناسب لهذه الوثيقة .

2 - نقوم بسلسلة من التجارب باستخدام منبه فعال والكترودي الاستقبال لجهاز الأوسيلوسكوب . ان التجارب والنتائج موضحة في جدول الوثيقة II .

رقم التجربة	التجربة	النتائج الملاحظة
1	تنبيه العنصر ـ أ ـ تنبيها فعالا	كمون عمل في كل من (أ) و (ب) ونقص في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
2	تنبيه العنصر ـ ب ـ تنبيها فعالا	كمون عمل في(ب)فقط مع ثبات عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
3	حقن محتوى العناصر (3) في مستوى المنطقة (6) من الوثيقة 1 من دون تنبيه	كمون عمل في(ب)فقط مع ثبات عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
4	حقن الاستيل كولين في مستوى المنطقة(6) من الوثيقة 1 من دون تنبيه	كمون عمل في(ب)فقط مع ثبات عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
5	حقن شوارد الكالسيوم في المنطقة (2) من العنصر (أ) .	كمون عمل في(ب) ونقص في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
6	حقن الكورار في مستوى المنطقة (6) ثم تنبيه العنصر ـ أ ـ تنبيها فعالا .	كمون عمل في ـ أ ـ ونقص في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
7	حقن الكورار ثم حقن محتوى العناصر (3) في نفس المنطقة (6) دون تنبيه .	عدم تسجيل كمون عمل وثبات عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.

الوثيقة ـ 2 ـ

ـ فسر هذه النتائج .

3 ـ وضح بنصوص علمية مع رسم تخطيطي آلية انتقال النبأ العصبي من العنصر (أ) إلى العنصر (ب)

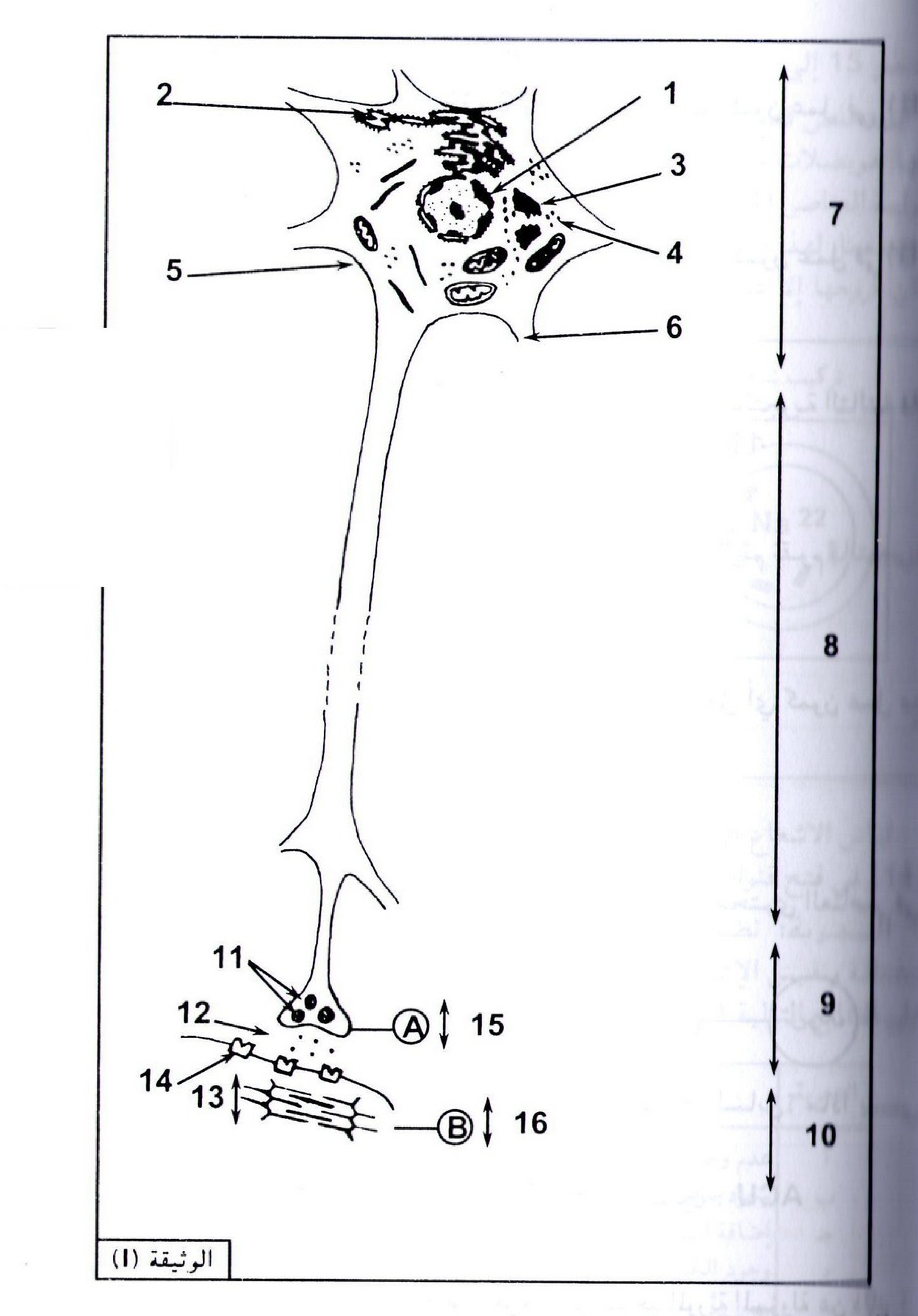
4 ـ كم نوع من الاتصالات موجودة بين العناصر العصبية والعناصر الأخرى من حيث التبليغ ؟ وضح ذلك باختصار .

تمرين 39:

1 ـ لدراسة آلية إنتقال السيالة العصبية عبر المشابك نقوم بالتجارب التالية:

التجربة الأولى:

نحدث تنبيها فعالا في مستوى العنصر 5 من الوثيقة (I) فنسجل كمون عمل في جهاز الأوسيلوسكوب A و B حيث A يسبق B . مع تناقص في عدد العناصر 11 ثم تتشكل من جديد تدريجيا .



الوثيقة (I)

التجربة الثانية :

تنبيه على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر 16 . فنسجل كمون عمل في (B) دون (A) ولا تتأثر العناصر 11 حيث يبقى عددها ثابتا .

التجربة الثالثة :

نحقن محتوى العناصر 11 في المنطقة 12 بدون تنبيه سجل كمون عمل في (B) دون (A) مع ثبات عدد العناصر (11) .

التجربة الرابعة :

حقن شوارد الـ Ca^{++} داخل العنصر 15 يؤدي إلى تسجيل كمون عمل في (B) دون (A) مع تناقص في عدد العناصر 11 ثم تشكلها تدريجيا .

التجربة الخامسة :

نحقن في المنطقة 12 انزيم الاستيل كولين استيريز ثم نقوم بالتجربة الثالثة فلا نسجل أي كمون عمل لا في A ولا في B مع ثبات عدد العناصر 11 .

التجربة السادسة :

نحقن مادة الكورار الذي يشبه في بنيته محتوى العناصر 11 ثم نقوم بالتجربة الثالثة . فلا نسجل أي كمون عمل مع ثبات عدد العناصر 11 .

التجربة السابعة :

نحقن محتوى العناصر 11 داخل هيولي العنصر 16 فلا نسجل أي كمون عمل مع ثبات عدد العناصر 11 .

أ ـ أكتب بيانات الوثيقة (1).

ب ـ فسر نتائج التجارب السابقة .

2 ـ فرضا أن ترتيب الحموض الأمينية في جزء من جزيئات محتوى العناصر في مشبك آخر وسيطه الكيماوي بروتين كانت كما يلي :



أ ـ هل تستطيع تمثيل الوسيط بين كل من المورثة والبروتين السابق؟ ماذا يسمى هذا الوسيط؟ مثله.

اذا علمت : تربتوفان : **UGG** فالين : **GUU** ثريونين : **ACU**

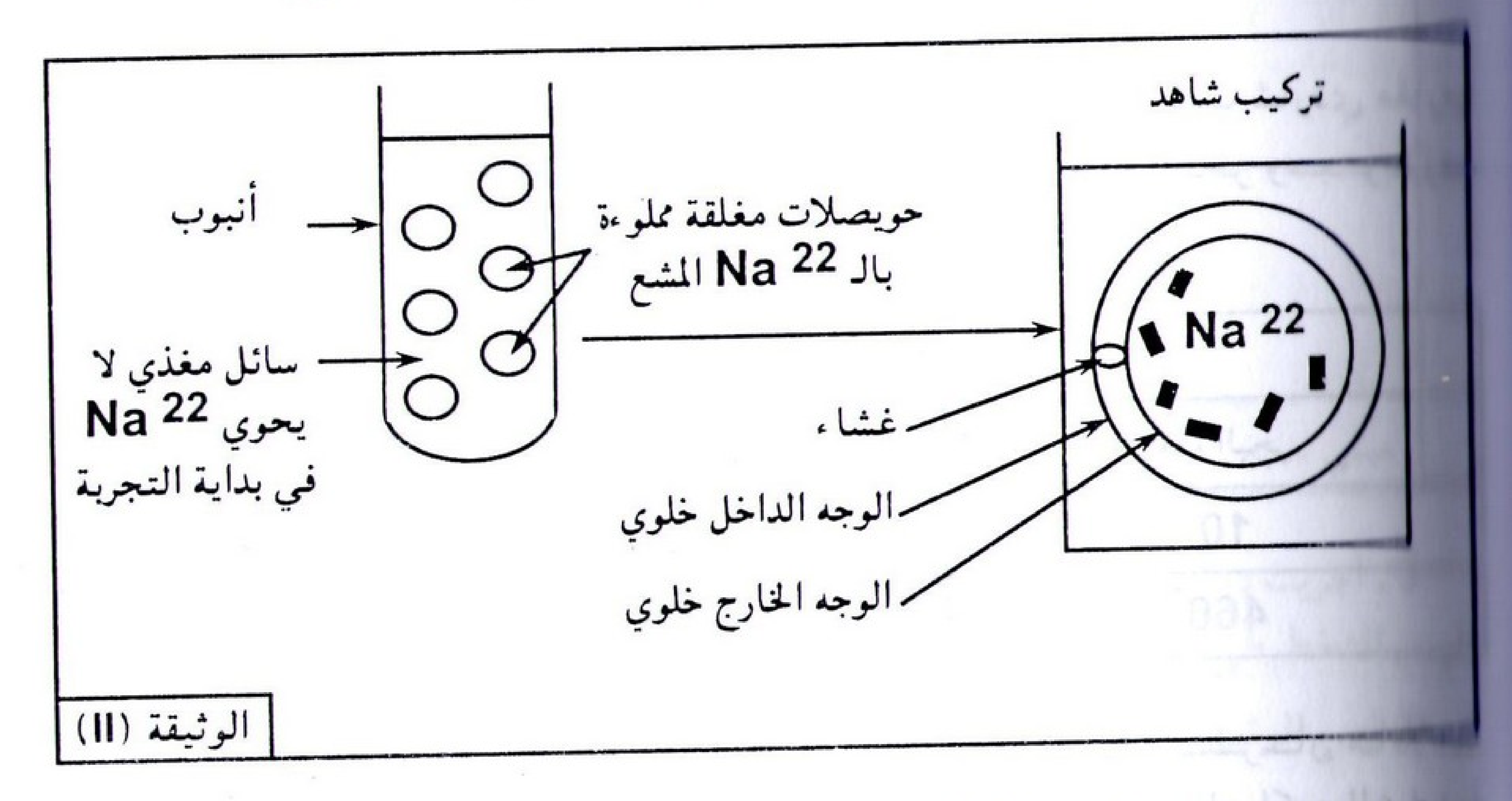
برولين : **CCU** ليزين : **AAA**

ب ـ مثل جزء المورثة المسؤولة عن صنع هذا الجزء ؟ أين تتواجد المورثة المسؤولة عن ذلك ؟

3 ـ إن جميع الأعضاء الكهربائية لسمك الرعاد **Torpille** كمجموعة لها نفس الدور الذي تلعبها اللوحة المحركة للعضلات الهيكلية لدى الفقريات وان آليات نقل المعلومات من العنصر 15 إلى العنصر 16 من الوثيقة I تشبه نقل المعلومات من

العنصر 15 إلى عضو كهربائي في سمك الرعاد .

نستخلص قطع من غشاء العنصر 16 والتي تكون غنية بالعناصر (14) ونكون منها حويصلات مغلقة . ثم توضع هذه الحويصلات في أوساط مغذية مناسبة تسمح بدراسة العناصر (14) المحمولة على الغشاء والخاصة بجزيئات محتوى العناصر (11) نستعمل لهذا الغرض الـ Na^{22} المشع الذي نحبسه داخل هذه الحويصلات والتي لا يمكن خروجها إلا عن طريق قنوات مراقبة من طرف العناصر (14) (الوثيقة II).



الوثيقة (II)

قياس الاشعاع في الوسط الذي يحوي الحويصلات يسمح بدراسة دور هذه العناصر (14) في فتح قنوات الـ Na^{+} .

التجربة: نضيف للأنبوب الذي يحوي الحويصلات المملوءة بالـ Na^{22} مواد مختلفة ونقيس الإشعاع في الوسط الخارجي (السائل المغذي) في الأنبوب فحصلنا على النتائج التالية (الوثيقة III) :

التجربة	الشروط التجريبية	النتيجة
أ	عدم وجود محتوى العناصر 11	عدم ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي
ب	وجود محتوى العناصر 11	ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي
جـ	إضافة النيكوتين بكمية ملائمة	ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي
د	وجود الكورار بكميات ملائمة + محتوى العناصر 11	عدم ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي

الوثيقة (III)

أ ـ ماذا تستخلص من مقارنة :أ مع ب ، أ مع جـ وماهو تعليلك لذلك ؟

ب ـ كيف تكون نتيجة حقن النيكوتين بكمية ملائمة في المستوى 12 من الوثيقة 1

جـ ـ ماذا تستخلص من التجربتين ب ، د ؟ علل اجابتك .

تمرين 40:

قصد التفسير الشاردي لكموني الراحة والعمل نقوم بمايلي:

1 ـ أجرينا سلسلة التجارب التالية:

التجربة 1: نغمر المحور الأسطواني في ماء البحر الذي له تركيب شاردي مقارب لدم الكالمار، بعد معايرة شاردتي K^+ و Na^+ في كل من ماء البحر وسيتوبلازما المحور تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول التالي:

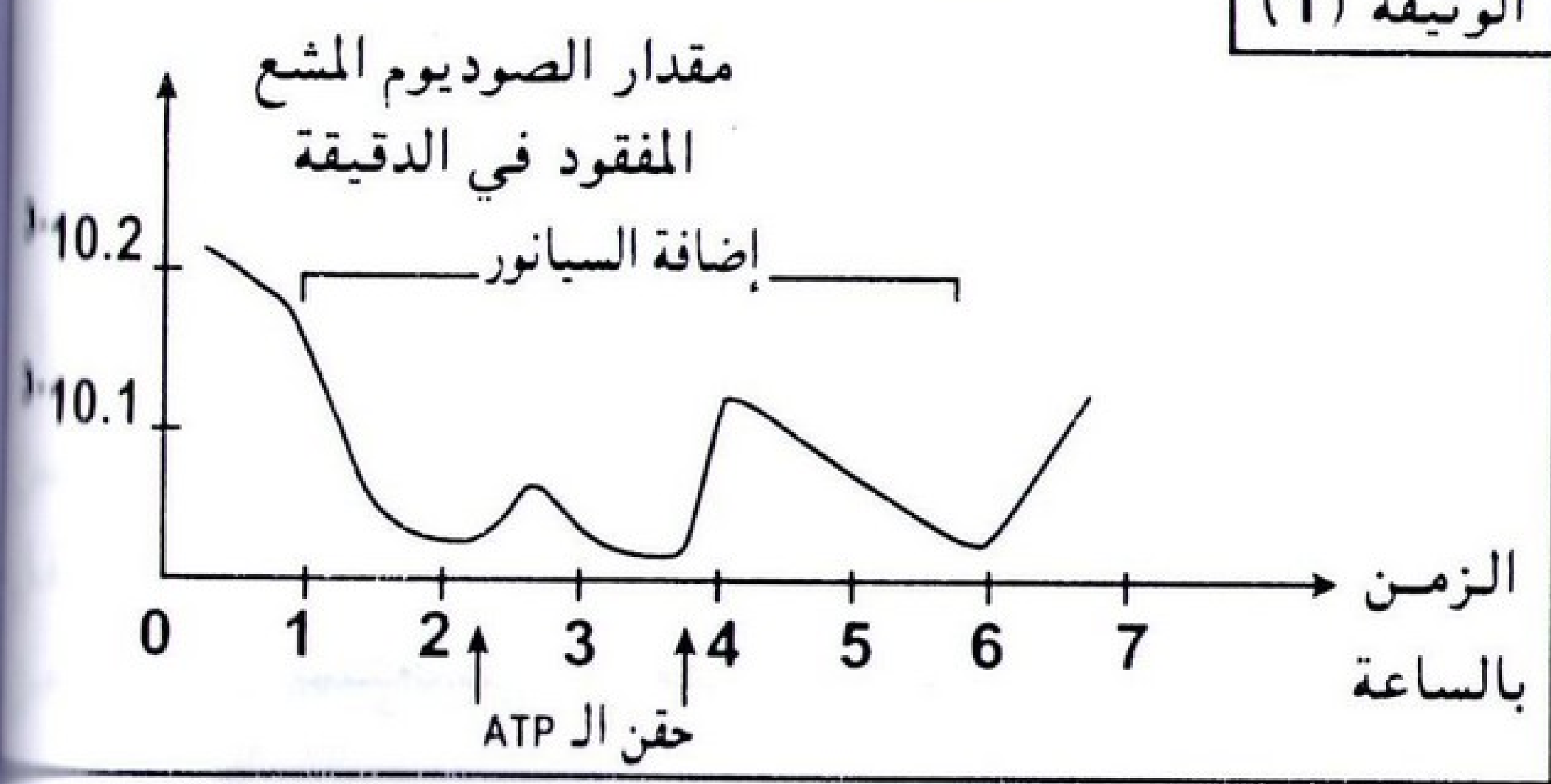
الشوارد	التراكيز بـ: 10^{-3} مول/لتر	
	سيتوبلاسما المحور	ماء البحر
K^+	400	10
Na^+	50	460

التجربة 2: نضيف إلى ماء البحر الصوديوم المشع، فسرعان مانلاحظ سيتوبلاسما المحور أصبح مشعا، في حين لانسجل أي تغيير في التراكيز الشاردية لكل من المحور والوسط المحيط.

التجربة 3: نغمر محورا ثانيا ومشعا في وسط له نفس تركيب ماء البحر ولكن مجردا من البوتاسيوم، فنلاحظ أن تركيز الصوديوم المشع داخل المحور يبقى ثابتا.

يعود هذا التركيز إلى قيمته الأصلية عند غمر هذا المحور مرة ثانية في وسطه الطبيعي

التجربة 4: نضيف مادة السيانور إلى ماء البحر الذي غمر فيه المحور المشع بالصوديوم، ثم نحقن داخل هذا المحور كميات متغيرة من الـ ATP. (مادة السيانور توقف عملية الفسفرة التأكسدية).

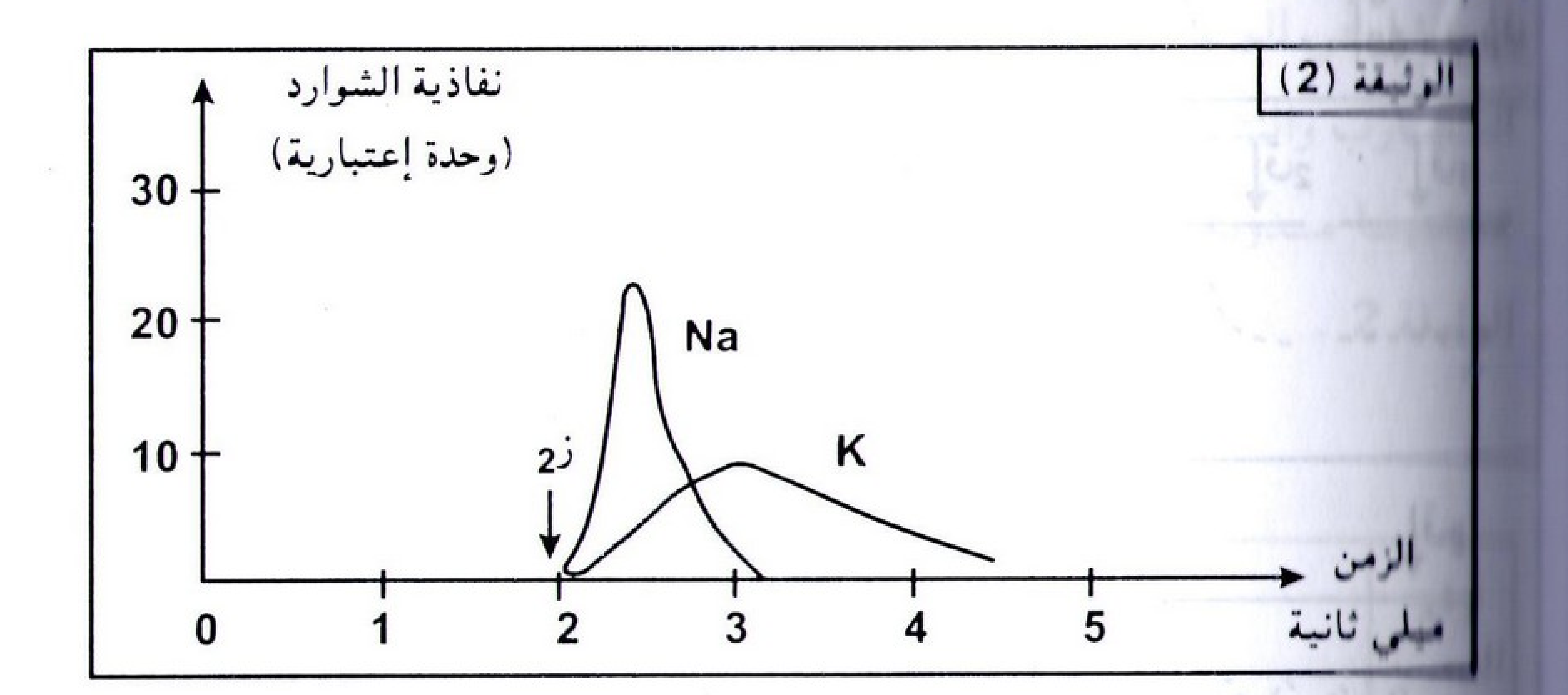


تمثل الوثيقة ـ 1 ـ النتائج المحصل عليها.

ـ حلل وفسر كلا من التجارب السابقة.

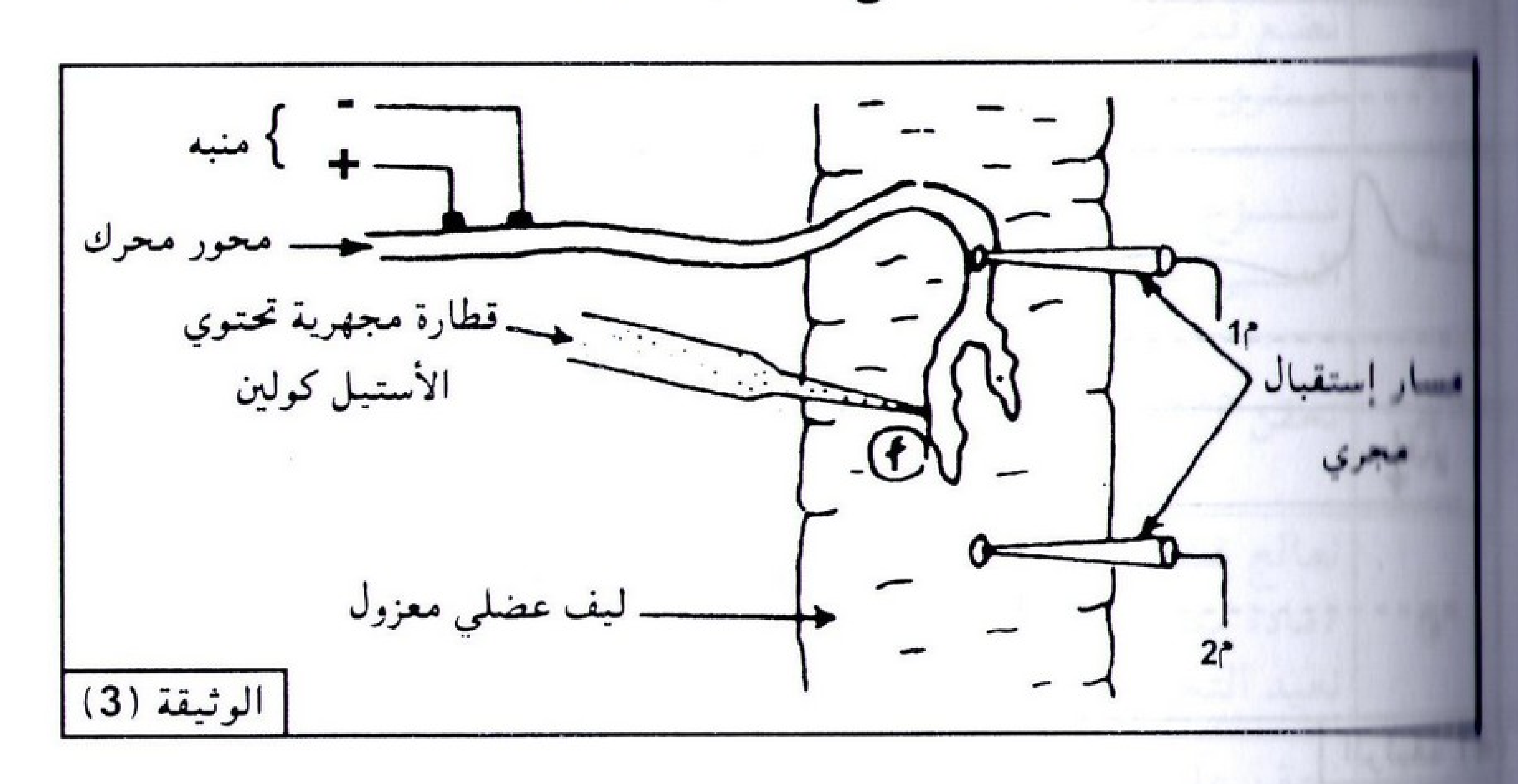
2 ـ تبين الوثيقة ـ 2 ـ التطور المقارن لنفاذية المحور للشاردتين Na^+ و k^+ في الشروط المماثلة والمحصل عليها لدى تسجيل الوثيقة ـ 2 ـ في الزمن ز2.

بالاستعانة بهذه الوثيقة ومعلوماتك فسر حركة شاردتي Na^+ و k^+ التي تسمح بفهم كمون العمل.



3 ـ أجريت دراسة على الليف العضلي المعزول والمتصل بليفه العصبي. تبين الوثيقة ـ 3 ـ الرسم التخطيطي المبسط للتركيب التجريبي المستعمل.

تلخص الوثيقة 4 التجارب والنتائج المحصل عليها.



سائل الوسط	التجربة	النتائج
ماء البحر	(1) تنبيه المحور المحرك	0 / 80 ميلي فولط — م1 ; 0 / 80 ميلي فولط — م2
	(2) وضع قطرة (ق2) من الأستيل كولين على غشاء الليف العضلي في ـ أ ـ ثم قطرة ثانية (ق2) أكبر من الأولى	ق1 ، ق2 — م1 ; م2
	(3) وضع قطرة (ق1) من الأستيل كولين على غشاء الليف العضلي المعالج بـ: ÉSÉRINE (مادة تمنع تفكك الأستيل كولين).	ق2 — م1 ; م2
	(4) نحقن داخل الليف العضلي في ـ أ ـ قطرة (ق2) من الأستيل كولين.	ق2 — م1 ; م2
ماء البحر المجرد من Ca^{++}	(5) تنبيه المحور المحرك	م1 ; م2
ماء البحر + مادة سامة تغلق قنوات Na^+ و K^+	(6) تنبيه المحور المحرك	ق2 — م1 ; م2

الوثيقة (4)

علق على كل من التجارب السابقة، مستعينا بالمعلومات التي تقدمها لك هذه التجارب.

التمرين 41:

نجري سلسلة من التجارب على مستوى إتصال عصبي عضلي، ويستعمل لهذا الغرض التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة ـ 1 ـ. التجارب والنتائج المحصل عليها مدونة في جدول الوثيقة 2 .

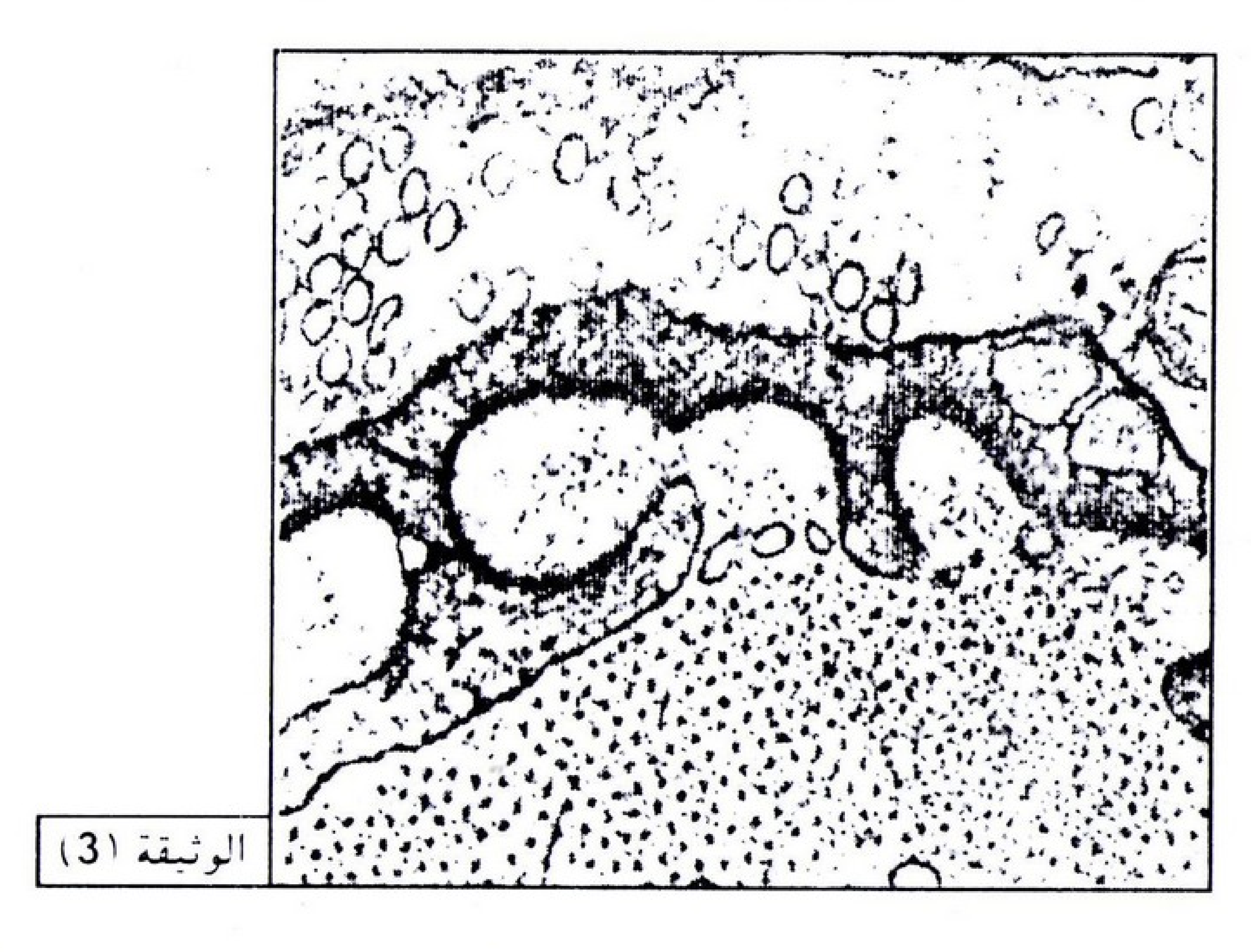
تنبيه
ق1
ق2
أ
ليف عصبي
ليف عضلي

الوثيقة (1)

رقم التجربة	التجارب	النتائج : الكمون المسجل في ق1	النتائج : الكمون المسجل في ق2
1	ننبه المنطقة ـ أ ـ تنبيها فعالا	0	0 ، -70
2	نضع قطرة من الأستيل كولين على مستوى الإتصال العصبي العضلي	0	0
3	ننزع Ca^{+2} من منطقة الإتصال العصبي العضلي ثم نعيد التجربة (1)	0 ، -70	0
4	نحقن Ca^{+2} داخل النهاية العصبية	0	0
5	نعالج غشاء الليف العضلي بالإيزيرين (مادة مثبتة لإماهة الأستيل كولين) ثم نعيد التجربة (2)	0	0
6	نحقن على مستوى الإتصال العصبي العضلي مادة α-Bungarotoxine (مادة سامة لها البنية الفراغية للأستيل كولين) ثم نعيد التجربة (1)	0	0

الوثيقة (2)

. من جهة أخرى تظهر الملاحظة بالمجهر الإلكتروني لمنطقة الإتصال العصبي العضلي المعالجة بمادة Bungarotoxine - α) تمركز هذه المادة كما هو مبين في الوثيقة . 3 . (النقاط الداكنة تمثل جزيئات مادة Bungarotoxine - α).


الوثيقة (3)

1 . ماهي المعلومات التي تقدمها كل تجربة من التجارب (من 1 إلى 5) حول عمل الإتصال العصبي العضلي؟.

2 . ماهي المعلومة المكملة التي تقدمها التجربة 6 من الوثيقة 2 ؟.

تمرين 42:

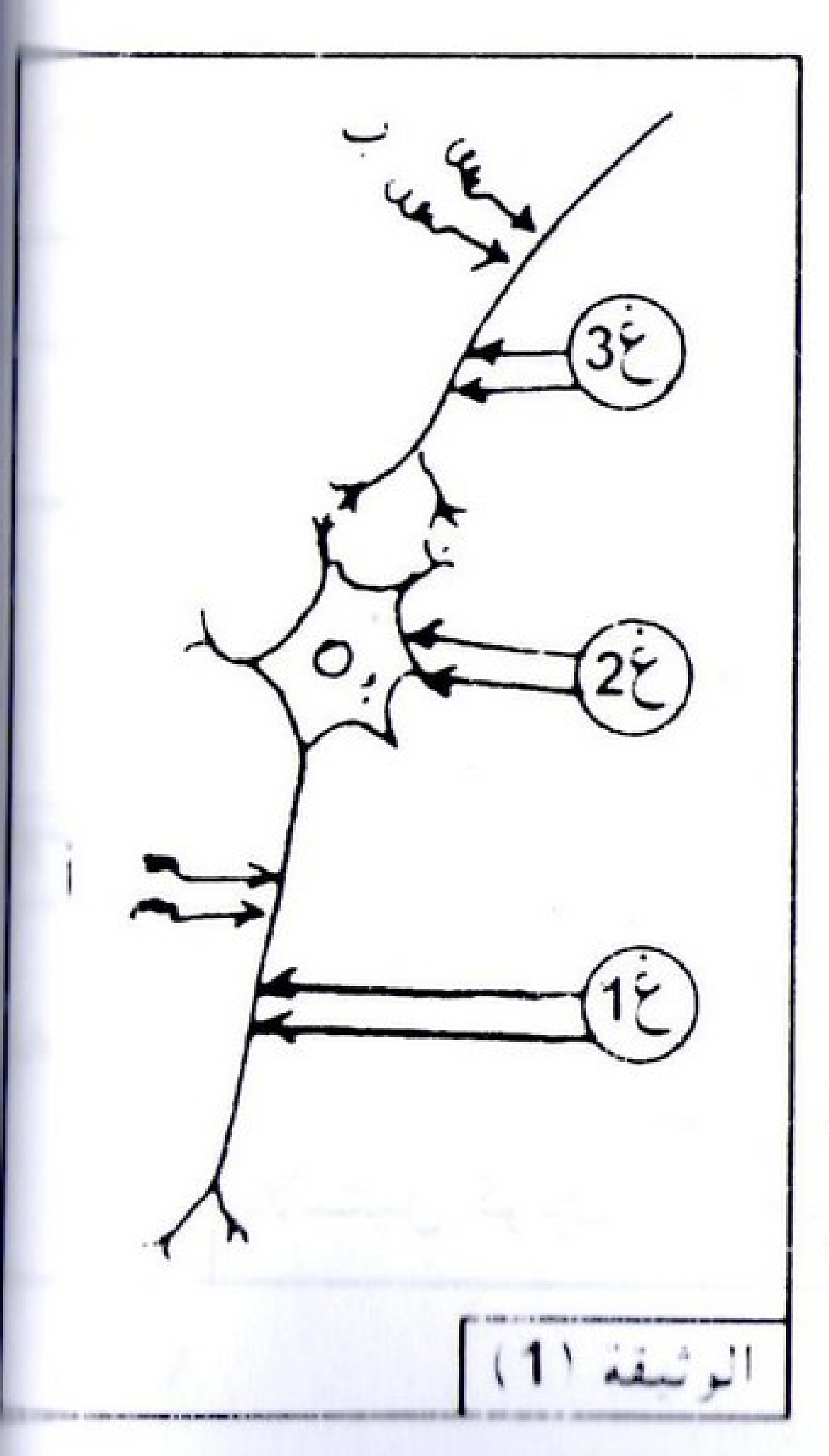
I . تسمح الوثيقة . 1 . بالتعرف على إتجاه إنتقال السيالة العصبية عبر سلسلة عصبونية.

1 . يؤدي التنبيه الفعال في (أ) إلى إستجابة تلاحظ في كل من المقياس الغلفاني (غ1) ، (غ2) ولاتلاحظ في (غ3). ماذا تستنتج من ذلك؟.

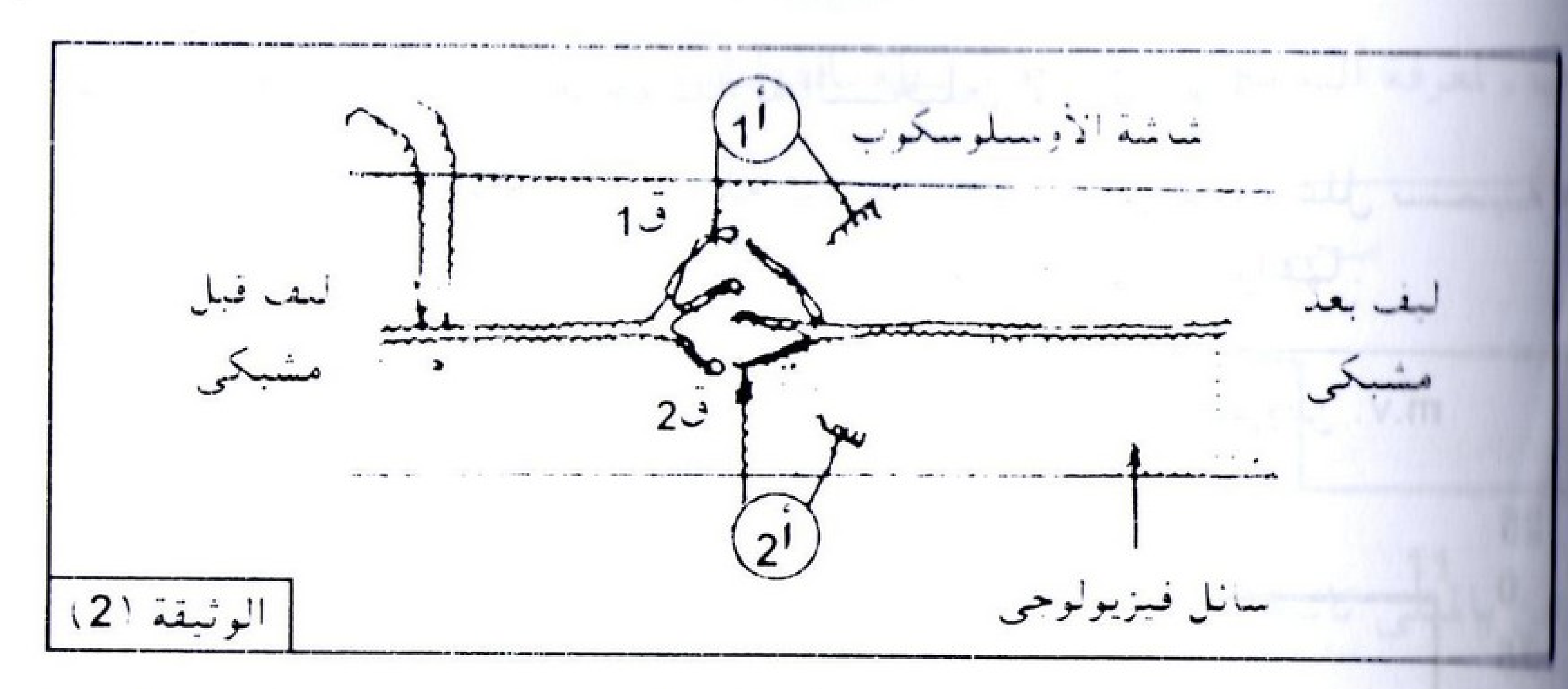
2 . يؤدي التنبيه الفعال في (ب) إلى إستجابة تلاحظ في المقياس الغلفاني (غ3)، (غ2) ، (غ1).

ماذا تستخلص من ذلك؟.

II) - للتعرف على آلية إنتقال السيالة العصبية في مستوى المشبك، أنجز التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة . 2 ..



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

يسمح التنبيه الفعال في (م) من الحصول على التسجيلين (ت1)، (ت2) الممثلين في الوثيقة . 3 .

ميلي فولط mv
تسجيل ت1 في أ1
تسجيل ت2 في أ2
30
0
-70
ميلي ث ms
1 2 3 4 5 6

الوثيقة (3)

1 . ماذا تستخلص من هذا التسجيل علما بأن المسافة م ق1 = م ق2 وأن الألياف العصبية من نفس النمط؟.

2 . ماذا تستخلص من كل ما سبق فيما يخص خواص المشابك الكيميائية؟.

تمرين 43:

لمعرفة مصدر كمون العمل في الغشاء قبل المشبكي:

أ . نعزل جزء من غشاء العصبون قبل المشبكي الذي يحتوي على نوعين من القنوات بطريقة Patch Clamp ونخضعه لكمون إصطناعي مفروض يحول الكمون الغشائي إلى 0mv مثل ماهو مبين في المنحنى (أ) من الوثيقة (1)، ثم نسجل التيارات التي تعبر الغشاء ضمن ظروف معينة النتائج ممثلة في تسجيلات الوثيقة (1)(في الصفحة الموالية):

- التسجيل (1) حالة عادية، أثناء تطبيق الكمون المفروض.
- التسجيل (2) عند إضافة مادة مثبطة لانتقال Na^+
- التسجيل (3) عند إضافة مادة مثبطة لانتقال K^+

1 . حلل نتائج التسجيل 1.

2 . ماهي المعلومات المستخرجة بمقارنة التسجيلين 2 و 3 مع 1 ؟.

3 . إذا علمت أن التيارات المسجلة تتم عبر قنوات فولطية، علل تسمية هذه القنوات إعتمادا على نتائج التسجيل 1 والمنحنى (أ)، ثم حدد أنواعها.

كمون غشائي المفروض m.v.

25
0
-25
-50
-75

منحنى (أ)

تيار خارجي

تيار عبر غشائي (ميلي أمبير/سم^2)

تيار داخلي

خارجي
+1
0
-1
داخلي
0 5 (ms) 10
تسجيل 1

TTX
مادة مثبطة لانتقال Na^+

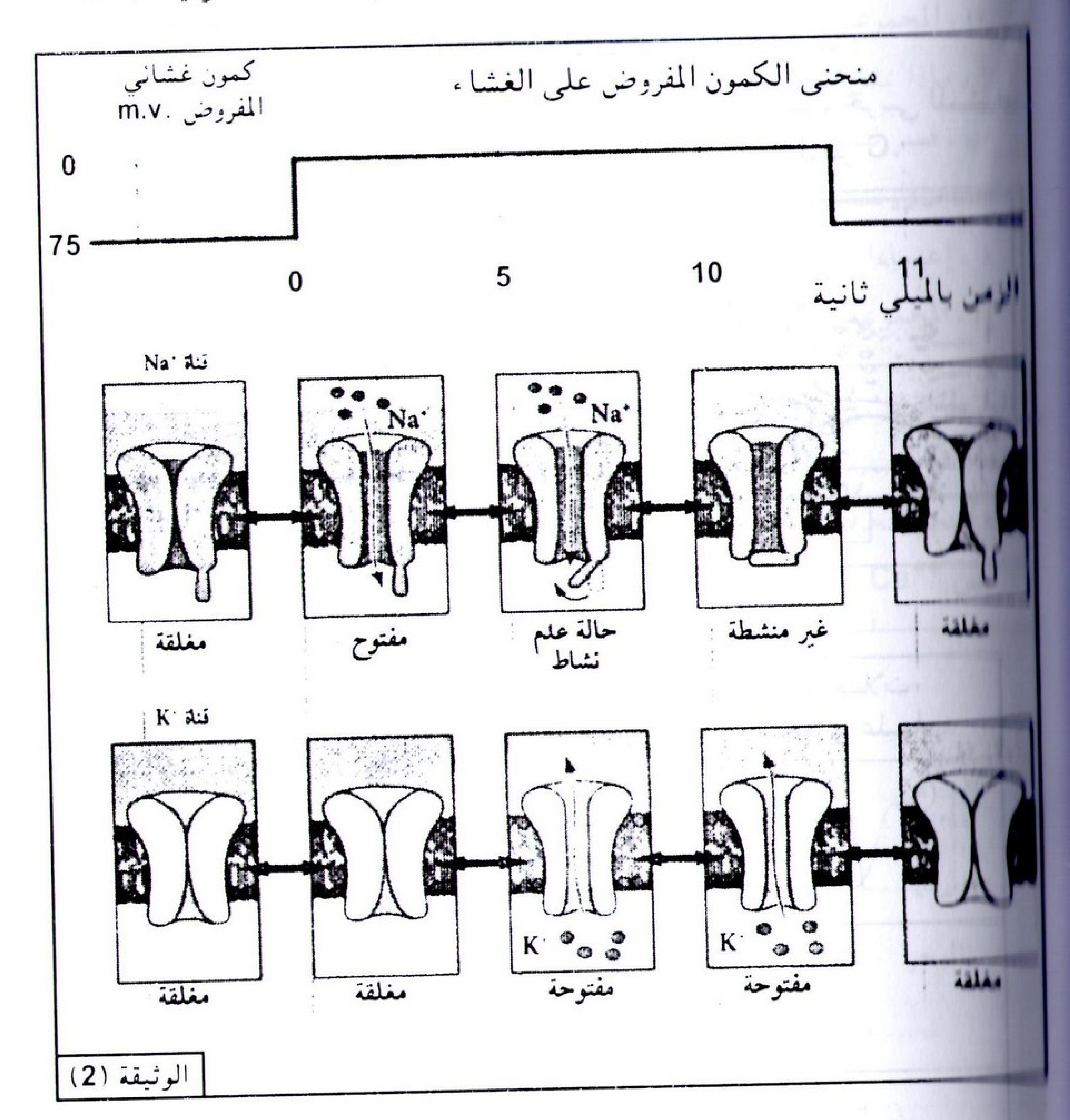
خارجي
+1
0
-1
داخلي
0 5 (ms) 10
تسجيل 2

(مادة مثبطة لانتقال K^+)
TEA

خارجي
داخلي
0 5 10
(ms)
تسجيل 3

الوثيقة (1)

ب . لمعرفة آلية عمل القنوات المرتبطة بالفولطية، نقدم لك أشكال الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

1 . بالإعتماد على أشكال الوثيقة (2) إشرح تأثير الكمون المفروض (المطبق) على هذه القنوات.

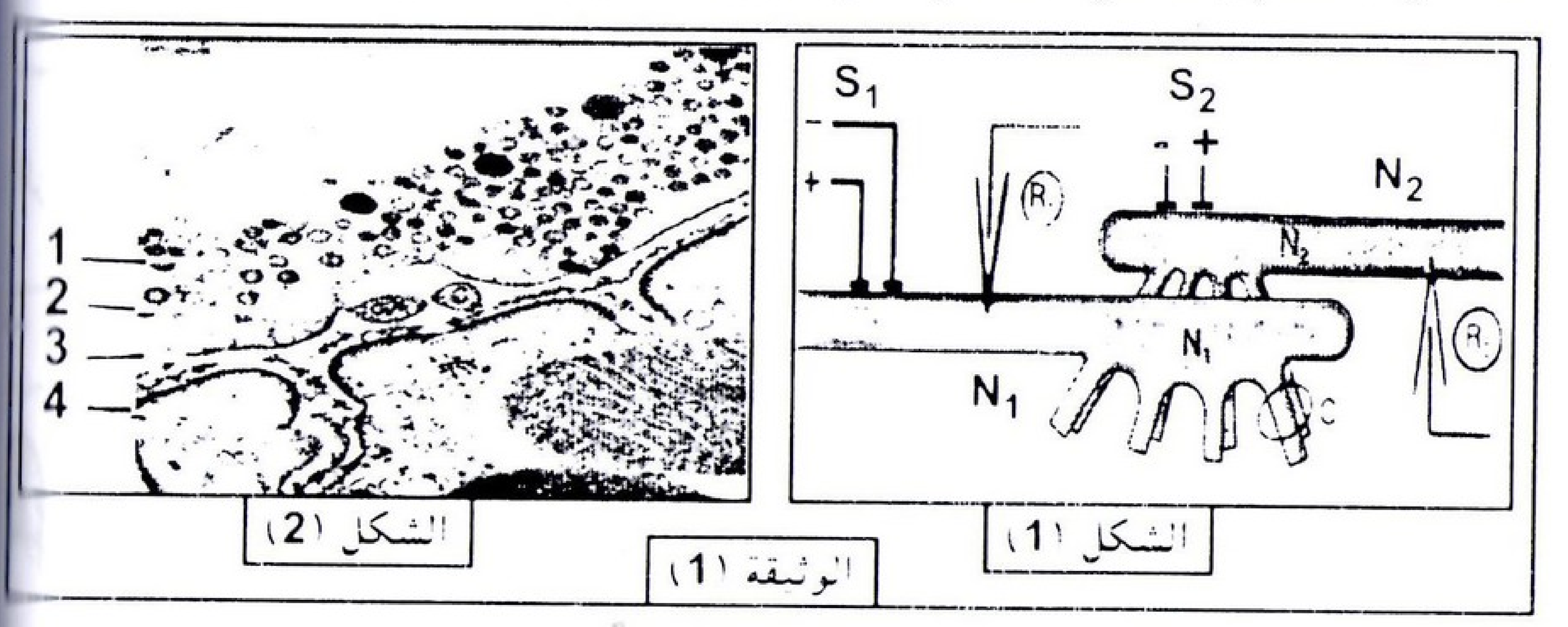
2 . هل نتائج الوثيقة (2) تعلل التسجيل 1 من الوثيقة (1)؟ وضح.

- إنطلاقا من دراستك السابقة إستخرج إذن مصدر كمون العمل.

تمرين 44:

لدراسة بعض مظاهر آلية النقل المشبكي نقوم بسلسلة من التجارب :

• يوضح الشكل (1) من الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لتركيب تجريبي للمشبك العملاق للكالمار والشكل (2) من نفس الوثيقة مافوق بنية الجزء المؤطر C.



الشكل (2) — الوثيقة (1) — الشكل (1)

1 - سم بيانات الشكل (2).

الوسط التجريبي		التجارب	التسجيلات المحصل عليها
ماء البحر	1	تنبيه فعال في S_1	mV 0 -70 R_1 R_2
	1	تنبيه فعال في S_2	R_2
	2	دون أي تنبيه وضع قطرة من الأستيل كولين في مستوى العنصر 3 من الشكل (2) من الوثيقة 1	R_2
	2	وضع قطرة الأستيل كولين داخل N_2	R_1 R_2
ماء البحر يحوي مواد تغلق قنوات الـ Na^+ والـ K^+	3	تنبيه فعال في S_1	R_1 R_2

2 - من أجل فهم بعض آليات عمل هذه البنية نقوم بإجراء مجموعتين من التجارب:

I - المجموعة الأولى من التجارب ونتائجها موضحة في الجدول السابق

أ - ماذا يمثل كل تسجيل من التسجيلين المحصل عليهما في التجربة 1.

ب - فسر نتائج التجربة 1.

جـ - ماذا تستنتج من التجربة 2، علل إجابتك.

د - إعتمادا على معطيات الجدول ومعارفك فسر بإختصار نتائج التجربة 3.

II - المجموعة الثانية من التجارب ونتائجها موضحة في الجدول الموالي:

الوسط التجريبي		التجارب	التسجيلات المحصل عليها
ماء البحر المجرد من Ca^{++}	1	تنبيه فعال في S_1	mv 0 -70 R_1 R_2
ماء البحر	2	إحداث فوارق كمون تجريبية على مستوى N_1	mv
	2	قياس كمية شوارد الـ Ca^{++} المتدفقة على مستوى N_1	تدفق Ca^{++} بـ (nA) 600 300
	2	تسجيل فرق الكمون على مستوى N_2	mv نانو أمبير n.A

أ - ماذا تستنتج من التجربة 1.

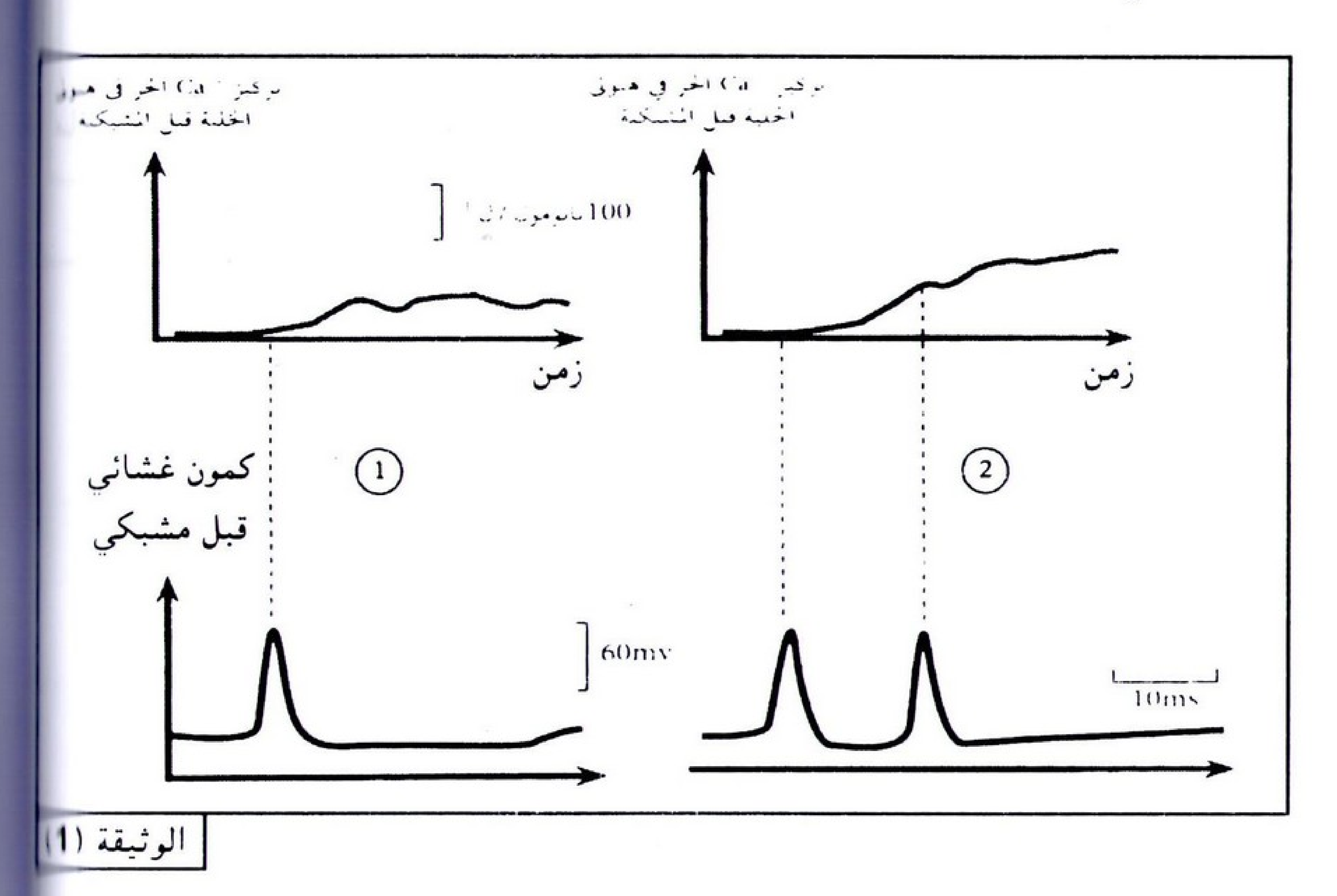
ب - حلل مختلف مراحل التجربة 2، ومن خلالها فسر دور شوارد الـ Ca^{++} في النقل المشبكي.

3 - إعتمادا على كل ماسبق ومكتسباتك، لخص التسلسل الزمني لكل المراحل المتدخلة انطلاقا من لحظة التنبيه في S_1 إلى التسجيل في R_2.

تمرين 45:

إن الرسالة العصبية في مستوى المشابك مشفرة على شكل تواترات كمون عمل في الغشاء القبل مشبكي وعلى شكل تراكيز للمبلغ العصبي في الشق المشبكي ثم من جديد مشفرة على شكل تواتر كمون عمل في العنصر البعد مشبكي، من أجل التوصل إلى كيفية الإنتقال من نمط معين من الشفرات إلى نمط آخر في مستوى الشق المشبكي نقوم بالدراسة التالية:

أ ـ تسمح تقنية خاصة باستعمال التفلور بدراسة تغيرات تركيز شوارد الكالسيوم في هيولي النهاية قبل المشبكي بدلالة تواترات كمون العمل قبل المشبكي النتائج موضحة في منحنيات الوثيقة (1).

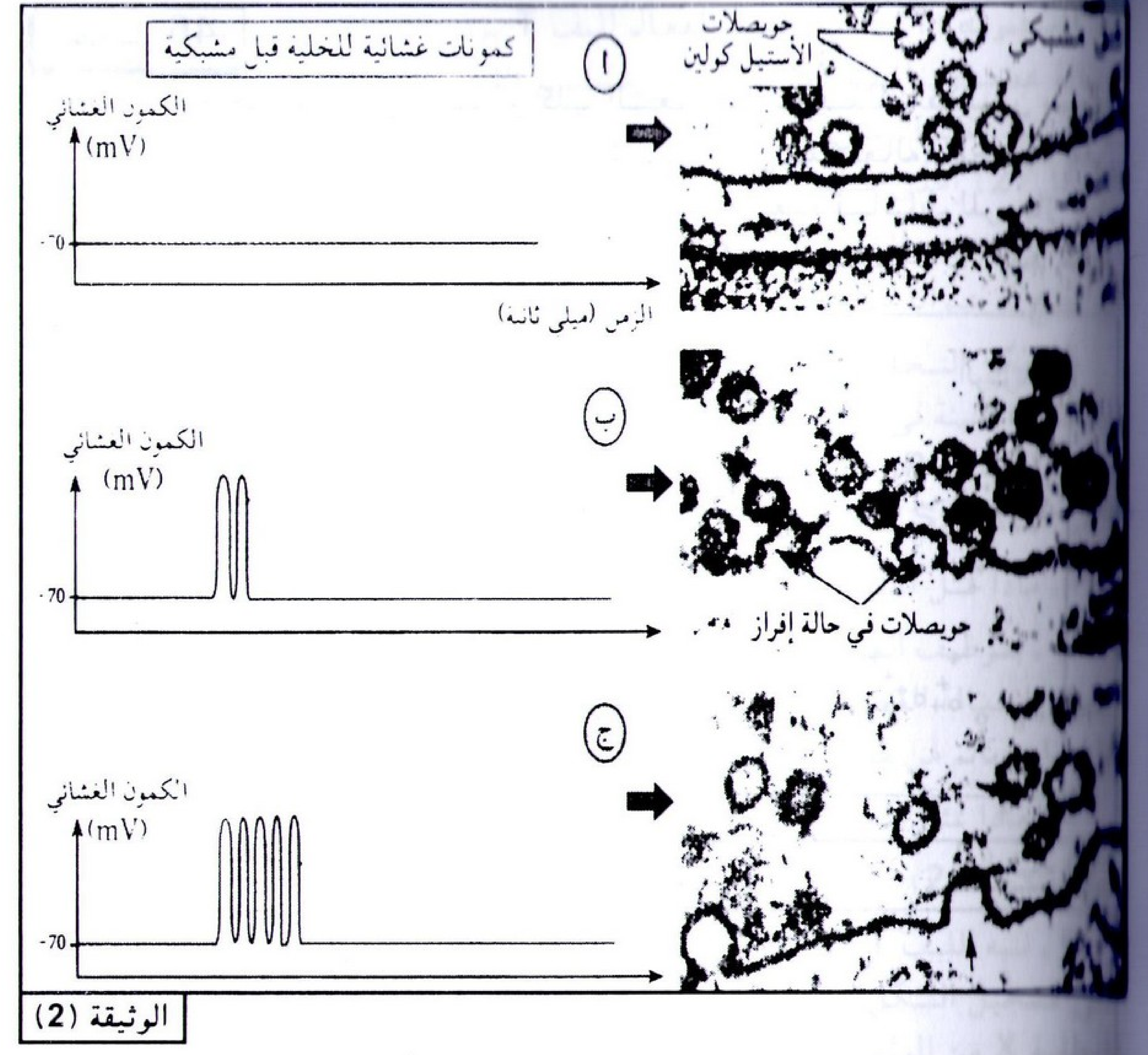


الوثيقة (1)

1 ـ باستغلال نتائج منحنيات الوثيقة (1) أوجد علاقة بين كمونات عمل الخلية قبل المشبكية وتركيز الكالسيوم في هيولتها.

2 ـ يحتوي الغشاء قبل المشبكي على بروتينات تدعى بقنوات Ca^{++} الفولطية، باستعمال هذه المعلومة والكمونات الغشائية المبينة في الوثيقة (1)، فسر إختلاف تراكيز Ca^{++} في الخلية قبل المشبكية.

ب ـ سمحت ملاحظات المجهر الإلكتروني لمقاطع في مستوى المشابك إثناء كمونات قبل مشبكية بتوضيح النتائج المبينة في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

1 ـ ماهي العلاقة بين التسجيل المحصل عليه في (أ) والصورة المقابلة له؟.

2 ـ بالإعتماد على التسجيلات (ب و ج) والصور المجهرية المقابلة لهما، ماهي العلاقة بينهما.

3 ـ بالإعتماد على النتائج المستخرجة من الوثيقتين (1 و 2) اربط بين مايلي:

- تواترات كمون العمل قبل المشبكي.
- القنوات الفولطية لشوارد Ca^{++}.
- إفراز الأستيل كولين في الشق المشبكي.

4 ـ تسمح النتائج المتوصل إليها في الوثيقة (2) من تفسير الإنتقال من نمط معين من الشفرات إلى نمط آخر في مستوى المشابك إشرح ذلك؟.

جـ ـ بالإستعانة بالمعارف التي توصلت إليها، انجز رسما وظيفيا كاملا لآلية النقل العصبي على مستوى المشابك الكيميائية ودور البروتينات في ذلك.

تمرين 46:

بعض الأشخاص يفتقدون جزئيا أو كليا الشعور بالألم، فبذلك يفتقدون وسيلة إنذار هامة، ويكشف عن هذه الحالات بقياس الريوباز (أقل شدة فعالة) للحصول على إنعكاس ثني الساق، تمثل الوثيقة I التمثيل البياني لعدة قياسات للريوباز عند شخص عادي (A) وشخص قليل الإحساس بالألم (B)، والشخص (B) بعد حقنه بمادة النالوكسون التي تؤثر على التواصل العصبي (C).

1 - أ - حدد قيمة الريوباز عند A و B.

ب - ماذا تستنتج فيما يخص قابلية تنبيه الشخصين A و B.

2 - حدد مفعول النالوكسون على قابلية تنبيه الشخص B.

3 - تبين الوثيقة II رسما تخطيطيا مبسطا للعناصر المتدخلة في حالة الإحساس بالألم.

- تعرف على الخلية R.

الوثيقة (I)

الوثيقة (II)

4 - لفهم الآليات المتدخلة في نقل السيالة العصبية الحسية في حالة الشعور بالألم، نقترح المعطيات التجريبية التالية:.

التجربة (1): إن التنبيه الفعال لليف T يؤدي الى الإحساس بالألم، وتسجيل سيالة عصبية بواسطة (O. S) على مستوى الليف V المرتبط بقشرة المخ (حيث يتم الإحساس بالألم). يمثل الشكل (1) من الوثيقة III التسجيل المحصل عليه بينما يمثل الشكل (2) إحدى عناصر هذا التسجيل.

- حلل منحنى الشكل (2) كهربائيا بعد أن تضع له عنوانا مناسبا.

الوثيقة (III)

5 - مكن التحليل الكيميائي الدقيق للمنطقة X المبينة في الوثيقة II من إظهار تزايد في إفراز المادة (P) على مستوى نهاية الليف T في المنطقة S_1 بعد تنبيه الجلد.

أ - ماذا تمثل المنطقة S_1.

ب - بتوظيف العنصرين T و V، حدد مسار السيالة العصبية الحسية في حالة الإحساس بألم من مصدر جلدي.

جـ - ماذا تمثل المادة P؟ وماهي آلية تدخلها في النقل العصبي؟.

التجربة (2):

6 - ننبه الليف T كمرحلة أولى والليفين R و T في آن واحد كمرحلة ثانية فنحصل على تسجيل الشكل (3) من الوثيقة III ويلاحظ إنعدام الإحساس بالألم وعند فحص المنطقة X من الوثيقة II يلاحظ تزايد إفراز مادة تدعى الانكيفالين في المنطقة S_2 (نهاية الليف R) وتوقف إفراز المادة p على مستوى S_1 خلال المرحلة الثانية.

أ - ماهو تأثير الإنكيفالين على إفراز المادة p.

ب - إقترح تفسيرا لحالة الشخص B المذكور في الوثيقة I.

7 - إن أشكال الوثيقة IV تمثل تثبيت جزيئتي الأنكيفالين والمورفين (مادة مخدرة لا يفرزها الجسم) على مستقبل غشائي بعد مشبكي من النوع المتواجد في المنطقة X من الوثيقة II.

الوثيقة (IV)

- باستخدام معطيات الوثيقة IV وإجاباتك السابقة فسر إستعمال مادة المورفين في الميدان الطبي.

تمرين 47:

لمعرفة مصدر الكمون الغشائي (كمون الراحة) نقترح مايلي:

نقوم بالتجربة التالية على مراحل:

أ ـ المرحلة 1 :

يظهر الجدولين (1 و 2) من الوثيقة (1)، نتائج قياس تركيز Na^+ و K^+ داخل وخارج خلوي، في شروط تجريبية مختلفة، بينما يظهر التسجيلين (1 و 2) تسجيلات كهربائية لقياسات أنجزت على محور أسطواني للكلمار (تسجيلات الجدول (2) أجريت على محور ميت).

الوسط / الشوارد	التركيز ميليمول/ل	
	وسط داخلي	وسط خارجي
K^+	400	20
Na^+	50	440

جدول (1)

الوسط / الشوارد	التركيز ميليمول/ل	
	وسط داخلي	وسط خارجي
K^+	210	210
Na^+	245	245

جدول (2)

كمون غشائي mV — 0 — التسجيل (1) — زمن mS

تسجيل كهربائي (ق$_1$ على السطح وق$_2$ داخل الليف)

كمون غشائي mV — 0 — التسجيل (2) — زمن mS

تسجيل كهربائي (ق$_1$ على السطح وق$_2$ داخل الليف)

الوثيقة (1)

1 ـ حلل نتائج الجدولين (1 و 2)، ماذا تستنتج؟.

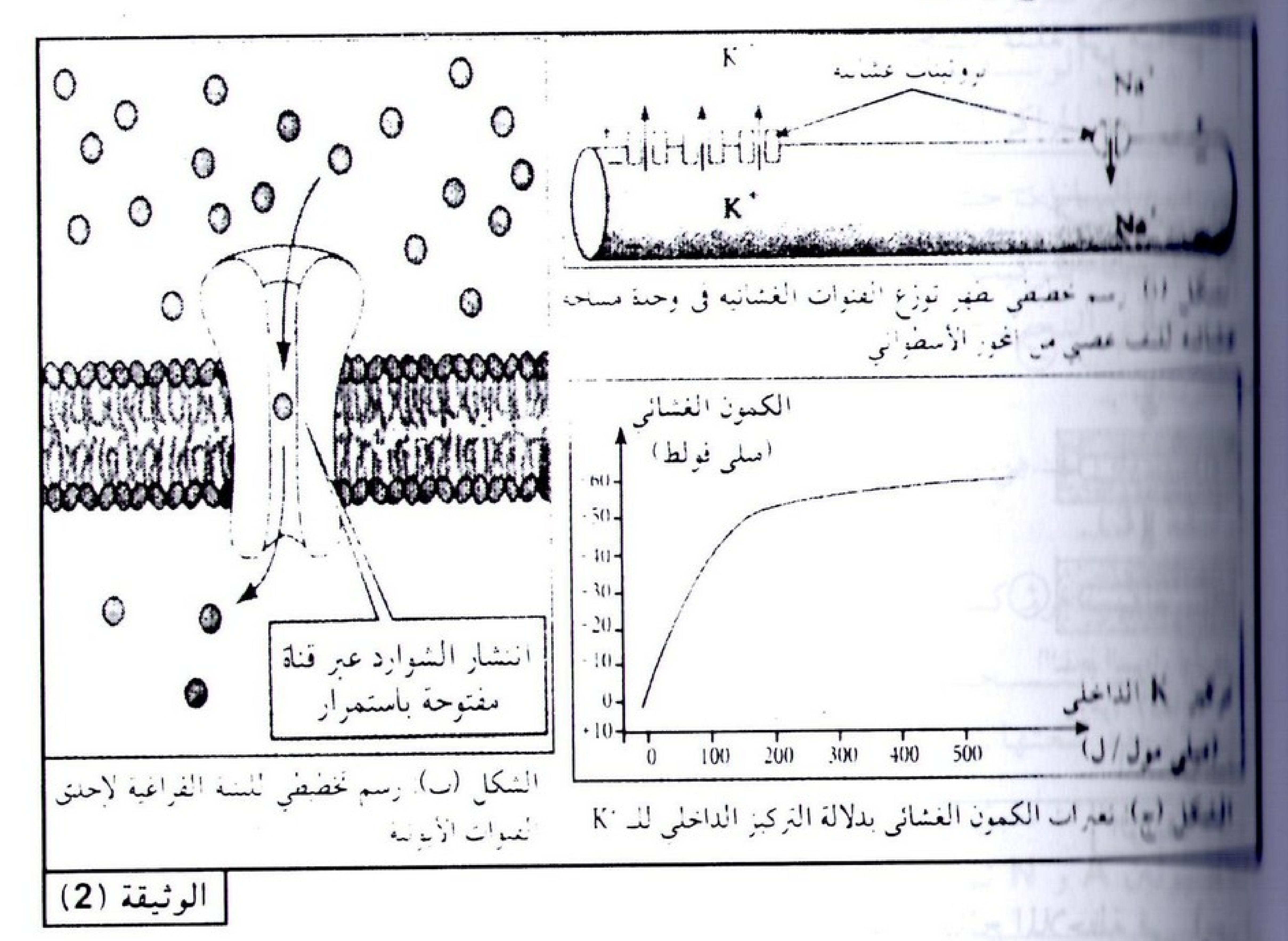
2 ـ علل التسجيلين (1 و 2) بالإعتماد على نتائج الجدولين؟.

3 ـ ماذا تستنتج فيما يخص مصدر الكمون الغشائي في الخلايا الحية؟.

ب ـ المرحلة 2 :

سمحت نتائج تجريبية من إنجاز رسومات تخطيطية تبين العلاقة بين البروتينات الغشائية وشوارد Na^+ و K^+ (الشكلين (أ و ب) من الوثيقة 2). أما الشكل (ج) من الوثيقة (2) فيبين نتائج تجريبية توصل إليها العلماء (Hodgkin-Baker-Stark)

بعد تفريغ المحتوى الهيولي لمحور أسطواني وتعويضه بمحلول متساوي التوتر، يملأ بعد ذلك المحور بشوارد K^+ بتراكيز متزايدة مع المحافظة على تركيز ثابت لشوارد K^+ خارج المحور.



الشكل (أ) رسم تخطيطي يظهر توزع القنوات الغشائية في وحدة مساحة لليف عصبي من المحور الأسطواني

الشكل (ب) رسم تخطيطي للبنية الفراغية لإحدى القنوات الأيونية

الشكل (ج) تغيرات الكمون الغشائي بدلالة التركيز الداخلي لـ K^+

الوثيقة (2)

1 ـ قارن بين توزع القنوات الغشائية لـ Na^+ و K^+ في وحدة المساحة، ماذا تستنتج؟.

2 ـ هل تسمح لك النتيجة المحصل عليها والمستخرجة من الشكل (أ) في الوثيقة (2)، من تأكيد أن ناقلية شوارد K^+ أكبر من ناقلية شوارد Na^+، علل؟.

3 ـ بالإعتماد على الشكل (ب) من الوثيقة (2)، بماذا تمتاز هذه القنوات مقارنة بالأنواع الأخرى من القنوات؟.

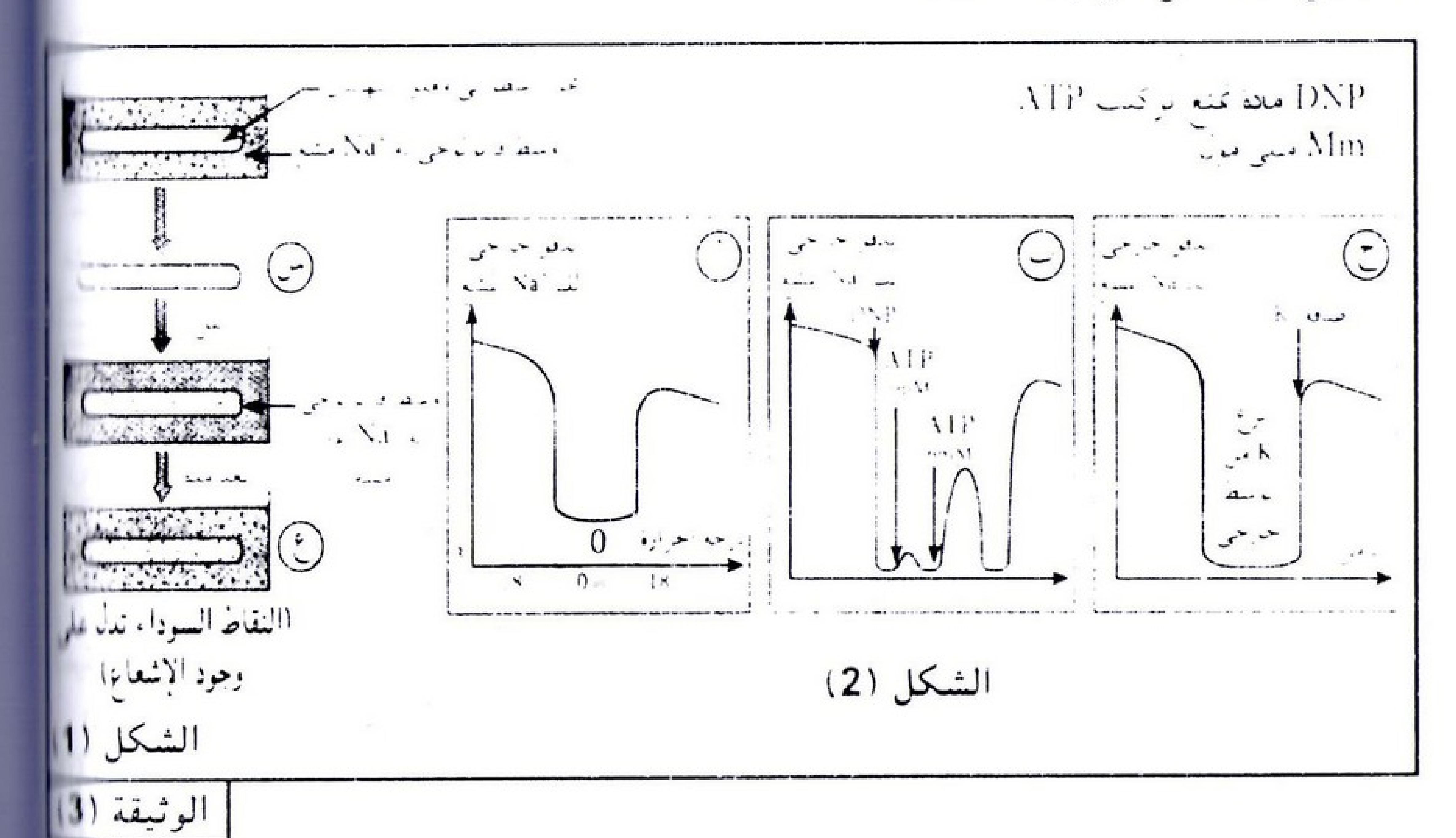
4 ـ حلل منحنى الشكل (ج) من الوثيقة (2)، ثم إستنتج المعلومة الإضافية التي يقدمهالك فيما يخص منشأ كمون الراحة؟.

II ـ لقد بينت النتائج التجريبية السابقة والملاحظة في الجدول (1) من الوثيقة (1) ثبات التوزع المتباين للشوارد على جانبي الغشاء الهيولي للألياف العصبية الحية وبالتالي ثبات كمون الراحة لتفسير ذلك نحقق التجارب التالية:

التجربة 1 : يوضع ليف عصبي للكلمار في وسط فزيولوجي به Na^+ مشع وتركيزه مماثل للوسط الخارجي من الجدول (1) من الوثيقة (1). وبعد مدة ينقل إلى وسط

ذو Na^+ غير مشع (مراحل التجربة ونتائجها ممثلة في الشكل (1) من الوثيقة (3)).

التجربة 2 : نحقن ليف عصبي للكلمار بكمية قليلة من Na^+ المشع (حتى لا نؤثر على التراكيز الطبيعية) ثم نضعه في وسط فزيولوجي ذو Na^+ غير مشع، ونعاير Na^+ المشع في الوسط الخارجي (الشروط التجريبية ونتائجها ممثلة في منحنيات الشكل (2) من الوثيقة (3)).



الشكل (1) الشكل (2)

الوثيقة (3)

1 . يبقى تركيز Na^+ داخل الليف العصبي ثابتا رغم النتائج الملاحظة في (س) من الشكل (1) كيف تفسر ذلك؟

2 . هل النتائج الملاحظة في (ع) من الشكل (1) من الوثيقة (3) تؤكد ماتوصلت إليه عند إجابتك على السؤال 1. وضح؟.

3 . باستغلال نتائج المنحنى (أ) حدد الطبيعة الكيميائية للعناصر المسؤولة على ظهور النتيجة المتوصل إليها في (ع) من الشكل (1)، علل إجابتك.

4 . ماهي المعلومات الإضافية التي تقدمها نتائج المنحنيين (ب و ج) من الشكل (2) من الوثيقة (3) فيما يخص شروط عمل هذه العناصر؟ علل.

III . وضح برسم تخطيطي وظيفي عمل مختلف البروتينات الغشائية أثناء كمون الراحة وكيفية المحافظة عليها.

تمرين 48:

نريد في هذه الدراسة، التوصل إلى بعض مظاهر فيزيولوجية المشبك.

1 . تمثل الوثيقة (1) مشبك على مستوى أحد المراكز العصبية.

- ضع البيانات حسب الترقيم.

الوثيقة (1)

2 . لدينا التركيب التجريبي (الوثيقة 2) حيث نجري التجربتين التاليتين حيث شدة التنبيه أكثر من العتبة وهي متماثلة في التجربتين.

الوثيقة (2)

التجربة (1): هي ونتائجها في جدول الوثيقة (3).

أ . ماقيمة فرق كمون العصبون N.

ب . سم التسجيلات المحصل عليها وحدد سعتها.

جـ . حدد مما سبق نوع المشبك بين العصبونين A و N ثم بين N و B.

التجربة	النتيجة المسجلة بواسطة O.S على مستوى العصبون N
تنبيه العصبون A	الشكل - أ -
تنبيه العصبون B	الشكل - ب -
تنبيه العصبون A و B في آن واحد	الشكل - جـ -

الوثيقة (3)

التجربة (2): مراحلها ونتائجها مسجلة في جدول الوثيقة (4).

المرحلة	النتيجة	ما يلاحظ على جهاز الـ O. S
1 ـ حقن كمية ك من شوارد الـ Ca^{++} في الحيز المشبكي بين الخليتين A و N مع إحداث تنبيه فعال للعصبون A	إزدياد في تركيز شوارد الـ Ca^{++} داخل العصبون A مع نقص في عدد الحويصلات المشبكية.	الشكل ـ a - 70 mv تنبيه
2 ـ حقن كمية = 5 ك من شوارد الـ Ca^{++} في الحيز المشبكي بين العصبونين A و N مع تنبيه فعال للعصبون A	إزدياد أكثر لشوارد الـ Ca^{++} داخل العصبون A ونقص أكثر لحويصلاتها المشبكية.	الشكل ـ b تنبيه - 70 mv

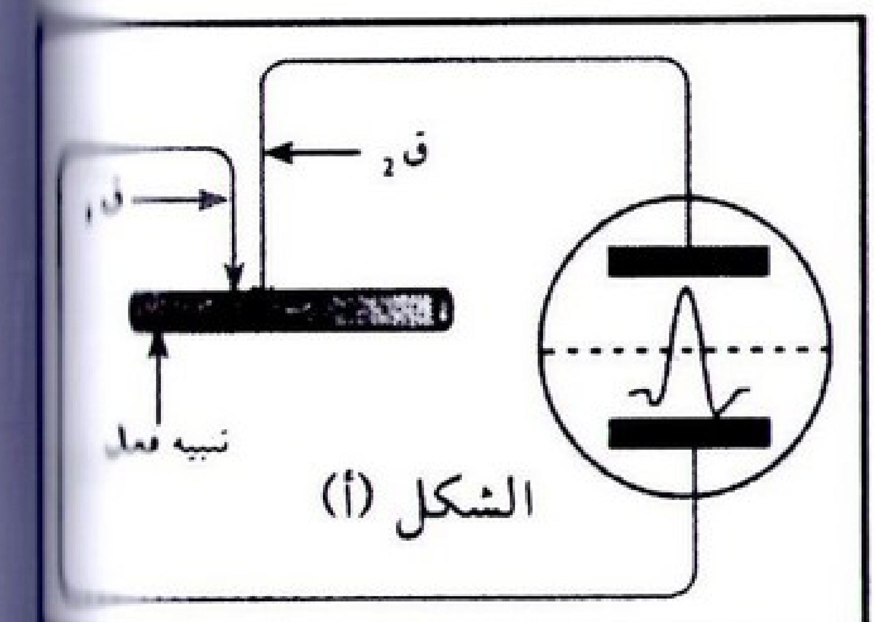
الوثيقة (4)

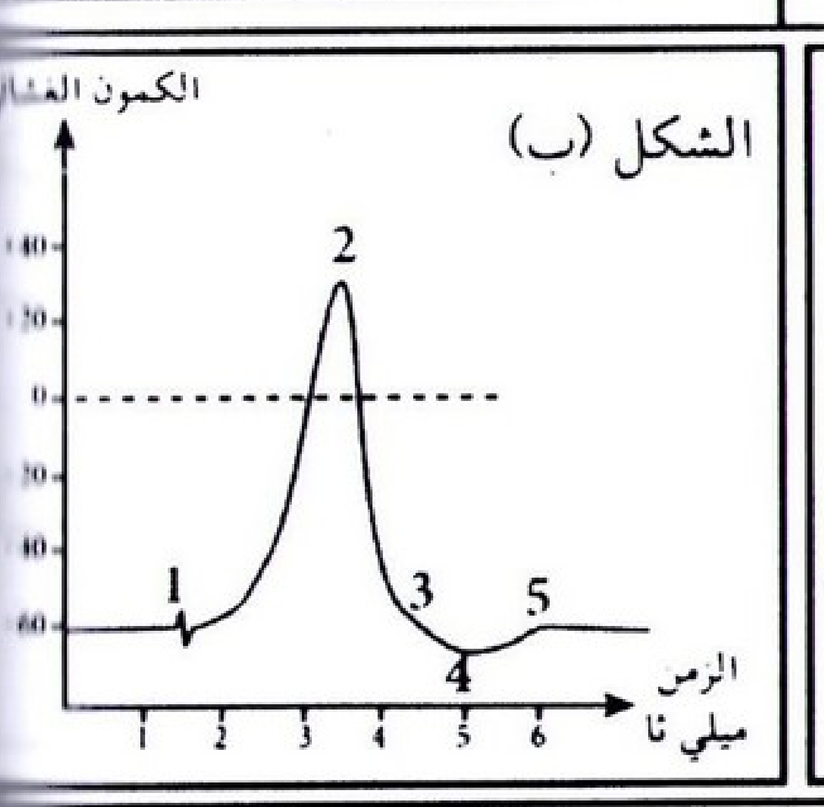
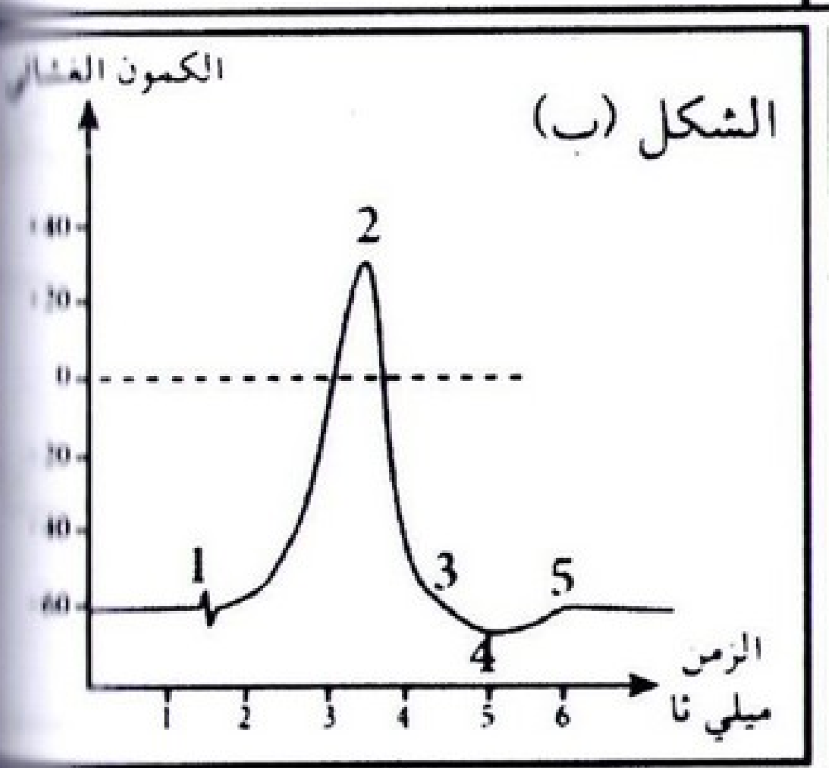
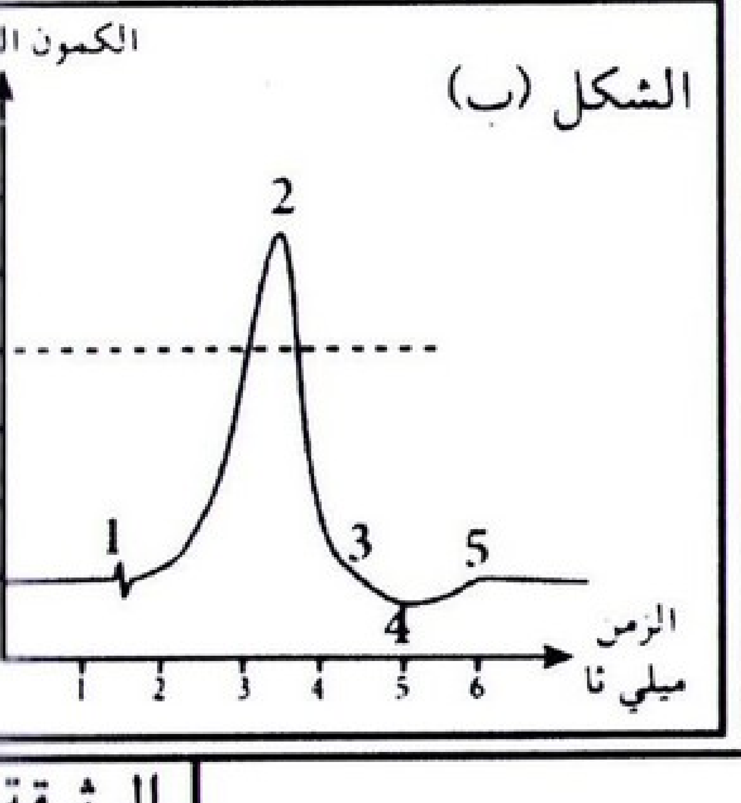
د ـ ماذا تستخلص فيما يخص دور شوارد الـ Ca^{++} ؟

هـ ـ وضح باختصار كيف يتم توليد كمون عمل في العنصر البعد مشبكي عند تنبيه العنصر القبل مشبكي.

تمرين 49:

أ ـ تمثل الوثيقة (1) الشكل (أ) رسم تخطيطي للتركيب التجريبي الذي يسمح بالتسجيلات الكهربائية في الليف العصبي، بينما يمثل الشكل (ب) المنحنى المسجل على شاشة الجهاز في الشكل (أ)، أما منحنيات الشكل (ج) فتمثل تغيرات الكمون الغشائي وناقلية كل من Na^+ وK^+ نتيجة تنبيه فعال لليف العصبي.



الشكل (ج): الكمون الغشائي (الملي فولط) - تدفق داخلي لـ Na^+ - تدفق خارجي K^+ - الزمن ميلي ثا

الوثيقة (1)

بالاعتماد على معلوماتك السابقة ومعطيات الوثيقة (1).

1 ـ سم الأجزاء الملاحظة في الفواصل الزمنية (0 - 1,5)(1,5 - 6) ميلي ثانية من التسجيل ب.

2 ـ إعتمادا على الشكل (جـ) فسر الشكل (ب) إعتمادا على الظواهر الكيميائية؟.

3 ـ إذا علمت أن التغيرات الشاردية الملاحظة أثناء تسجيلات الشكل (ج) تعود إلى تدخل قنوات فولطية نوعية، إستخرج نوع هذه القنوات معللا إجابتك.

ب ـ لتوضيح دور القنوات الفولطية (القنوات المبوبة كهربائيا) في تسجيل الكمونات الغشائية نقدم لك معطيات الوثيقة (2).

الوثيقة (2): كمون غشائي - تدفق الشوارد - قنوات Na^+ - قنوات K^+ - قنوات فولطية لـ Na^+ - قنوات فولطية لـ K^+

1 ـ أوجد علاقة بين القنوات الفولطية والأجزاء (1 و 2)(2 و 3) الملاحظة في كل كمون غشائي.

2 ـ بالإعتماد على أشكال الوثيقة (2) إشرح الجزء الممثل لـ (3 و 4) الملاحظ في كل كمون غشائي.

3 ـ قدم تفسيرا لعودة إستقرار كمون الراحة المبين في (5) من معطيات التسجيلات السابقة.

جـ ـ لاستخراج شروط تسجيل كمون عمل وانتشاره حتى مستوى النهاية العصبية قبل المشبكية نقدم لك النتائج التجريبية التالية:

ـ تبين الوثيقة (3) نتائج تسجيلات كهربائية أجريت على ليف عصبي معزول بعد تنبيهه بعدة تنبيهات متزايدة الشدة، أما الوثيقة (4) فتوضح توزع القنوات الفولطية على طول غشاء الليف العصبي عديم النخاعين.

الوثيقة (3): عتبة زوال الاستقطاب - ش1 - ش2 - ش3 - ش4 - تنبيهات متزايدة الشدة

1 - حلل نتائج تسجيلات الوثيقة (2) ماذا تستنتج؟.

2 - يتم إنتشار السيالة العصبية عند تنبيه الليف العصبي بتطبيق الشدتين ش3 أو ش4. إشرح كيف تنتشر السيالة العصبية معتمدا على معطيات الوثيقة (4).

الوثيقة (4)

د - بين برسم على المستوى الجزيئي دور البروتينات الغشائية لليف العصبي أثناء كمون الراحة والعمل؟.

تمرين 50:

نريد في هذه الدراسة معرفة مصدر كمون العمل في الغشاء البعد مشبكي ومن أجل ذلك نقوم بما يلي:

أ - ينتقل كمون العمل من الخلية قبل مشبكية إلى الخلية بعد مشبكية بفضل مبلغات كيميائية مثل الأستيل كولين. التجارب التالية تبين مقر تأثيرها والتغيرات الناجمة عنها.

التجوبة (1):

لمعرفة مقر تأثير الأستيل كولين علي مستوى المشبك نحقن منطقة الإتصال العصبي العضلي مادة αbungarotoxine مشعة مستخلصة من الثعبان.

تمثل الوثيقة (1) صورة بالمجهر الإلكتروني لمنطقة الإتصال العصبي العضلي المعالجة بمادة αbungarotoxine مشعة والمحصل عليها بالتصوير الإشعاعي الذاتي.

1 - ضع البيانات 1 - 6.

2 - علل ظهور وتمركز الإشعاع (المناطق الداكنة) في العنصر 4 من الوثيقة (1).

الوثيقة (1)

3 - إذا أعدنا التجربة السابقة بحقن αbungarotoxine ثم نحقن الأستيل كولين في الشق المشبكي فإننا لانسجل كمون عمل في الخلية بعد المشبكية، بينما نسجل كمون عمل في غياب السم في تجربة مماثلة.

- ماهي المعلومة المستخرجة من نتائج هذه التجربة؟.

4 - علل سبب شلل فرائس الثعبان المحقونة بال αbungarotoxine إنطلاقا من النتائج السابقة.

ب - التجوبة (2): إن معاملة الغشاء البعد مشبكي بأجسام مضادة مفلورة حمراء لمستقبلات الأستيل كولين (ACH)، نلاحظ ظهور الفلورة على الغشاء البعد مشبكي.

- هل تستطيع هذه التجربة أن تؤكد لك المعلومة السابقة؟ علل.

جـ - لمعرفة مصدر النبضات الكهربائية نقوم بالتجربة التالية:

لو نبهنا الغشاء القبل مشبكي تنبيهات متزايدة الشدة ثم نقوم بتسجيل التيارات المولدة على مستوى جزء من الغشاء البعد مشبكي المعزول بتقنية الـ Patch Clamp، نلاحظ إزدياد سعة التيارات بازدياد شدة المنبه، نفس الشيء لو إستخدمنا الأستيل كولين (ACH) بتراكيز متزايدة.

A - حلل هذه النتائج، ماذا تستنتج فيما يخص مصدر النبضات الكهربائية.

B - نعزل قطع من غشاء بعد مشبكي التي تتحوصل تلقائيا ثم نحقنها بشوارد Na^+ المشع ونضعها في وسط ملائم لايحتوي على شوارد Na^+ المشعة.

الوثيقة (2) تبين المعطيات التجريبية ونتائجها.

المعطيات التجريبية	النتائج
قبل إضافة الأستيل كولين للوسط	إنعدام الإشعاع في الوسط
إضافة الأستيل كولين للوسط بكميات متزايدة	ظهور الإشعاع بكميات متزايدة في الوسط

الوثيقة (2)

تمثل الوثيقة (3) قطعة مجهرية لغشاء بعد مشبكي معزولة بتقنية Patch Clamp الشكل (1). حيث الماصة المجهرية المتصلة بجهاز التسجيل تمكننا من تسجيل منحنيات الشكل (2) إثر حقن 2 ميكروغرام من الأستيل كولين.

1 - حلل نتائج جدول الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟.

2 - بالربط بين نتائج الوثيقة (2) والشكل (1) من الوثيقة (3) إشرح مصدر نبضات التيارات المسجلة في الشكل (2) من الوثيقة (3).

الشكل (1)

الشكل (2)

الوثيقة (3)

د ـ تمثل الوثيقة (4) شكل تخطيطي لمنظر علوي لمستقبل الأستيل كولين (**ACH**).

1 ـ كم عدد التحت وحدات المكونة للمستقبل.

2 ـ ضع البيانات اللازمة مكان الأرقام.

3 ـ ماهي المعلومة التي تقدمها لك هذه الوثيقة (4) فيما يخص مواقع الـ **ACH**؟.

الوثيقة (4)

4 ـ الوثيقة (5) تبين حالة المستقبلات بوجود وغياب الأستيل كولين.

α ـ ضع البيانات حسب الترقيم المعطى.

β ـ بين كيف تعمل هذه المستقبلات.

γ ـ علل تسمية هذه القنوات بالمرتبطة بالكيمياء أو المبوبة كيميائيا.

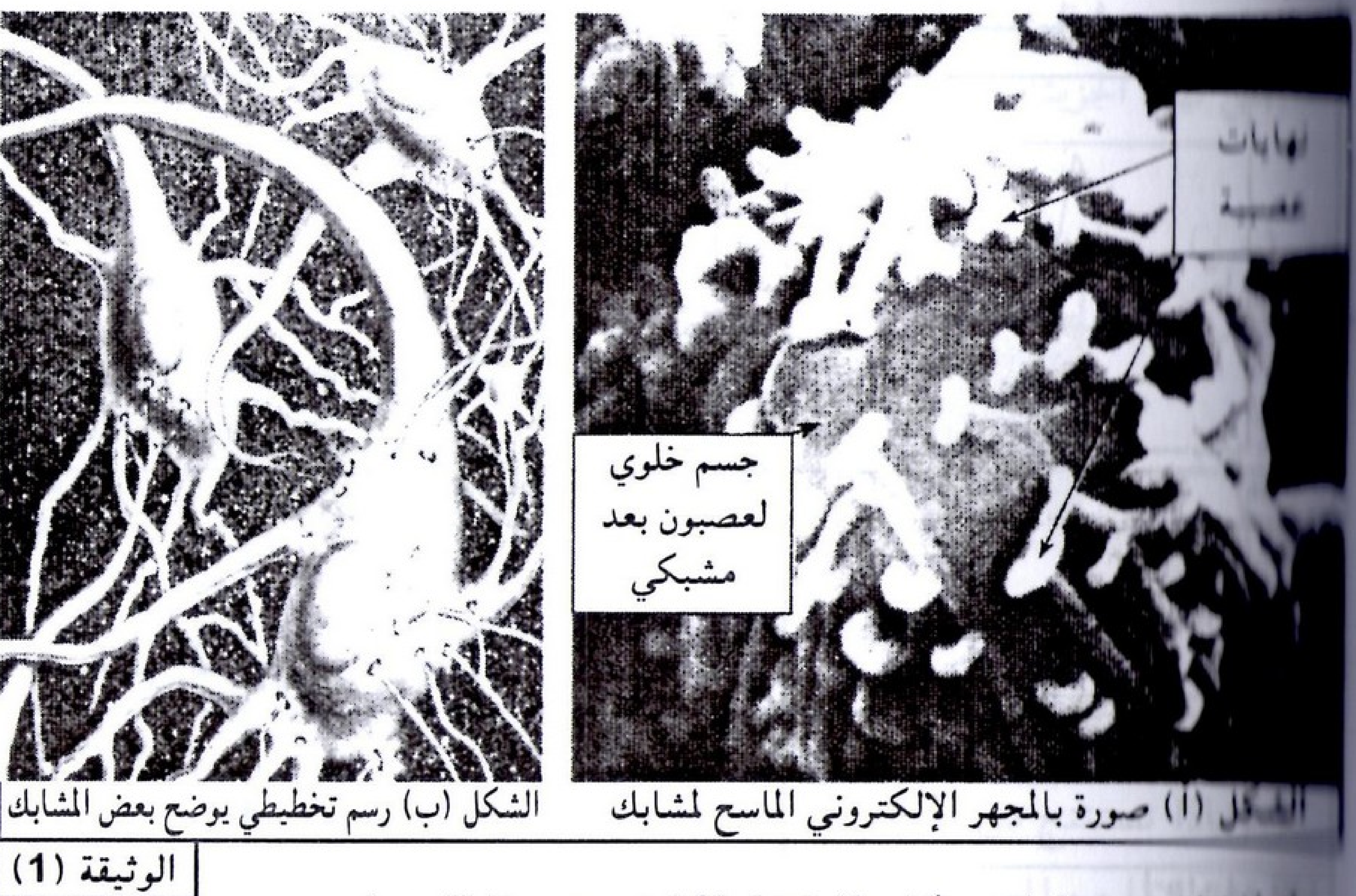
هـ ـ قارن بين القنوات المتعلقة بالفولطية والمرتبطة بالكيمياء من حيث الموقع والتحكم في إنفتاحها.

الوثيقة (5)

تمرين 51:

للتوصل إلى معرفة أنواع المشابك المتصلة بالعصبون المحرك نقوم بالدراسة التالية:

أ ـ تمثل الوثيقة (1) الشكلين (أ و ب) صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لمشابك، ورسم تخطيطي لبعض المشابك.



الشكل (أ) صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لمشابك — الشكل (ب) رسم تخطيطي يوضح بعض المشابك

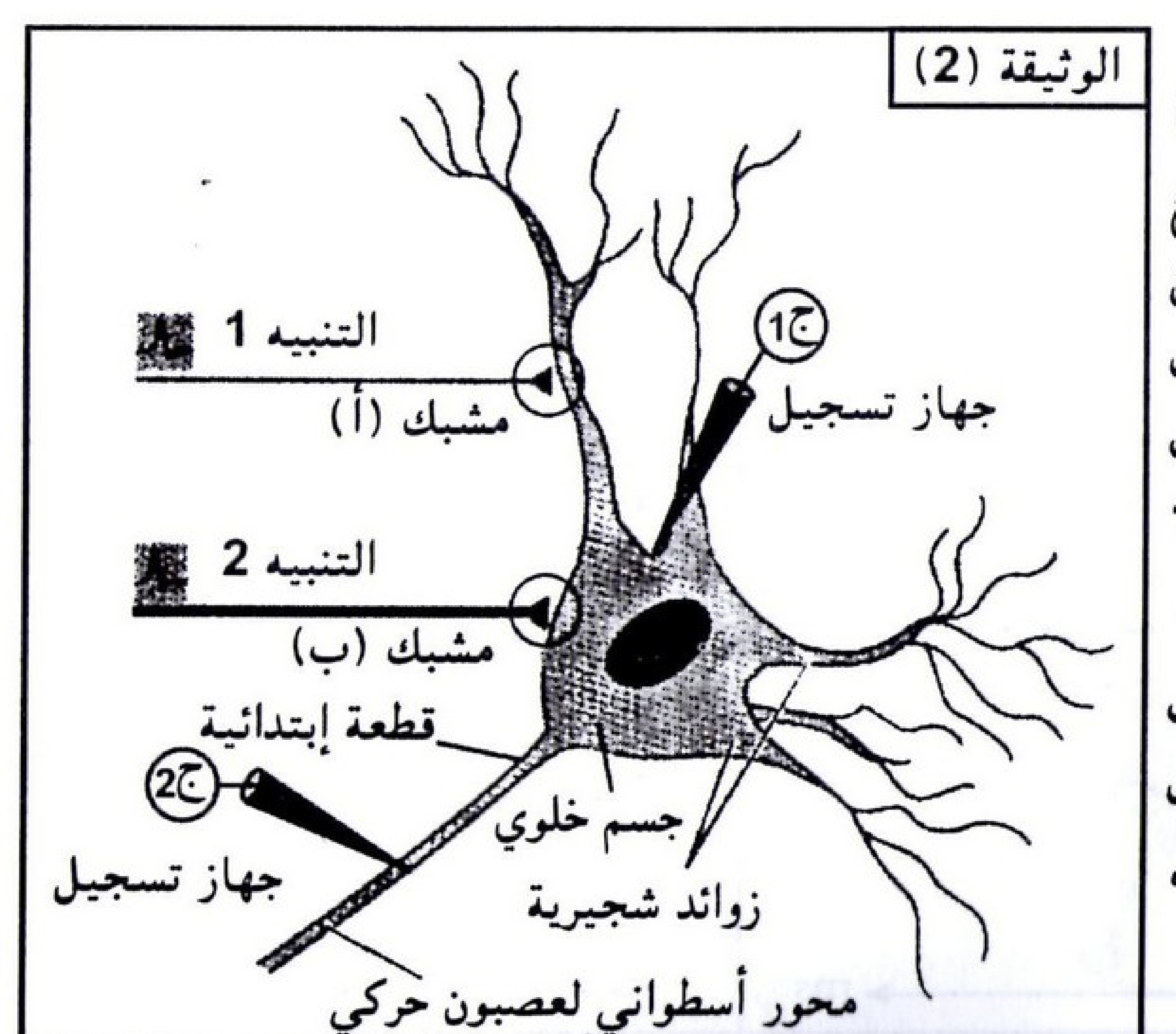
الوثيقة (1)

إنطلاقا من معطيات شكلي الوثيقة (1) قدم تعريفا للمشبك.

ب ـ α ـ لمعرفة أنواع المشابك المتواجدة في الشكل (أ) نحقق التجارب التالية:

التجربة (1)

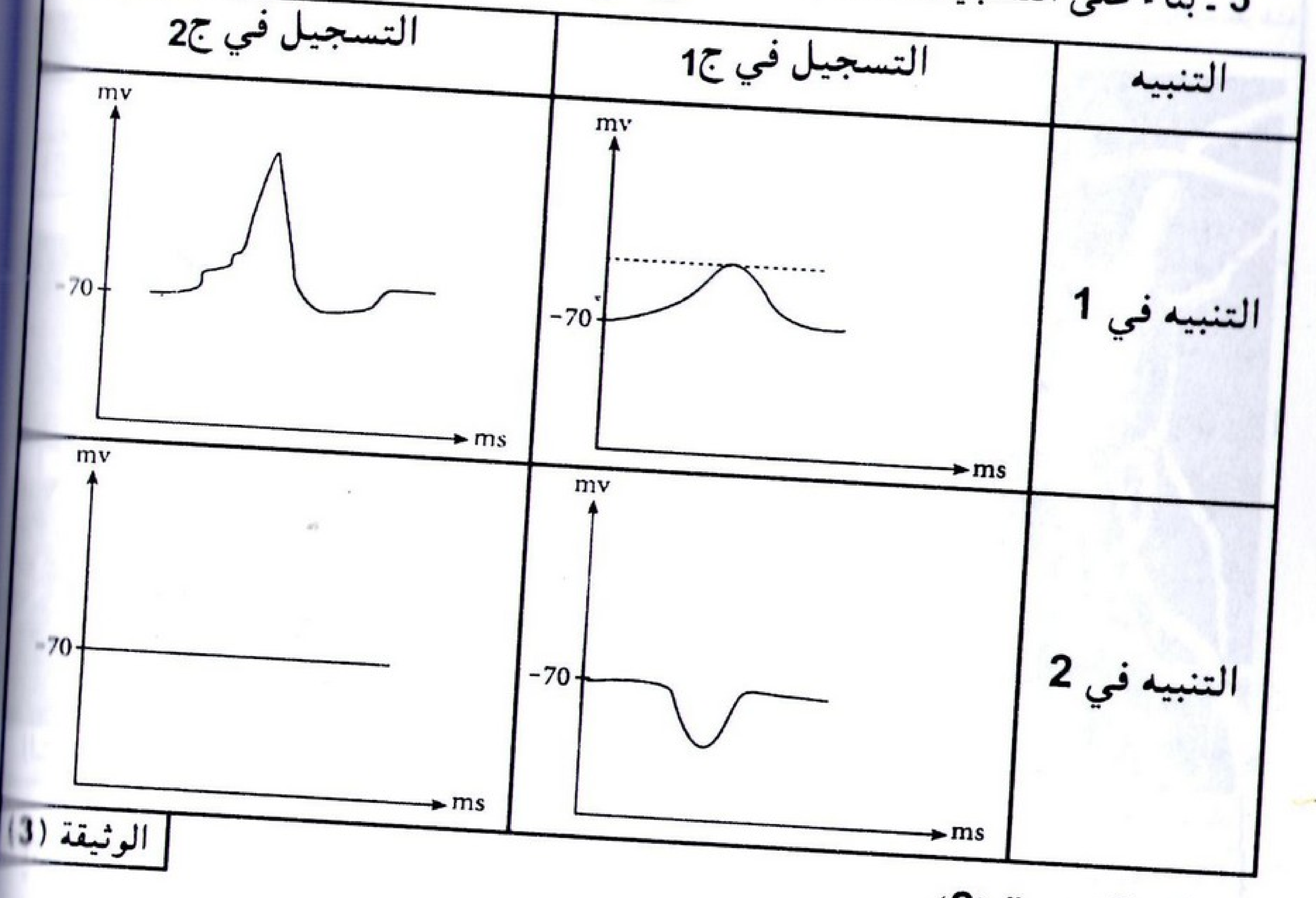
ـ تمثل الوثيقة (2) نهايات عصبية تتمفصل مع نفس الجسم الخلوي لعصبون محرك، بينما يمثل جدول الوثيقة (3) التسجيلات المسجلة بعد تنبيه فعال في 1 و 2.



1 ـ قارن بين التسجيلات الناتجة من التنبيه الأول والثاني من الوثيقة (3)، ماذا تستنتج؟.

2 ـ يدعى التسجيل الملاحظ في ج1 إثر تنبيه 1 بكمون بعد مشبكي تنبيهي PPSE بينما التسجيل الملاحظ في ج1 والناتج من التنبيه 2 فيدعى بكمون بعد مشبكي تثبيطي PPSI. علل.

3 ـ بناء على التسجيلات السابقة استخرج نوع المشبكين (أ و ب) من الوثيقة (2)؟.



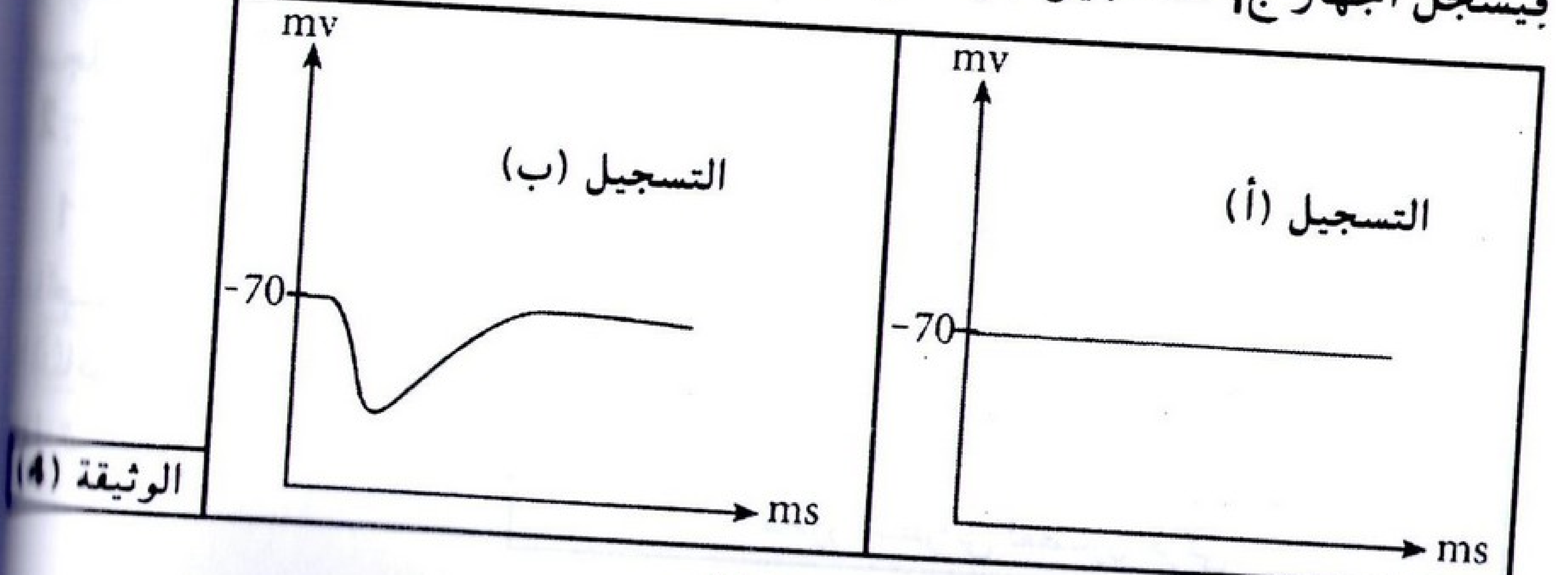
الوثيقة (3)

β ـ التجربة (2)

ـ لمعرفة ميزة المشبك (ب) مقارنة بـ (أ) وتعليل التسجيل الملاحظ في ج1 إثر تنبيه 2 ندرس النتائج التجريبية التالية:

♦ حقن مادة الـ GABA في الفراغ المشبكي للمشبك (أ) وبدون التنبيه في 1 فيسجل الجهاز ج1 التسجيل (أ) من الوثيقة (4).

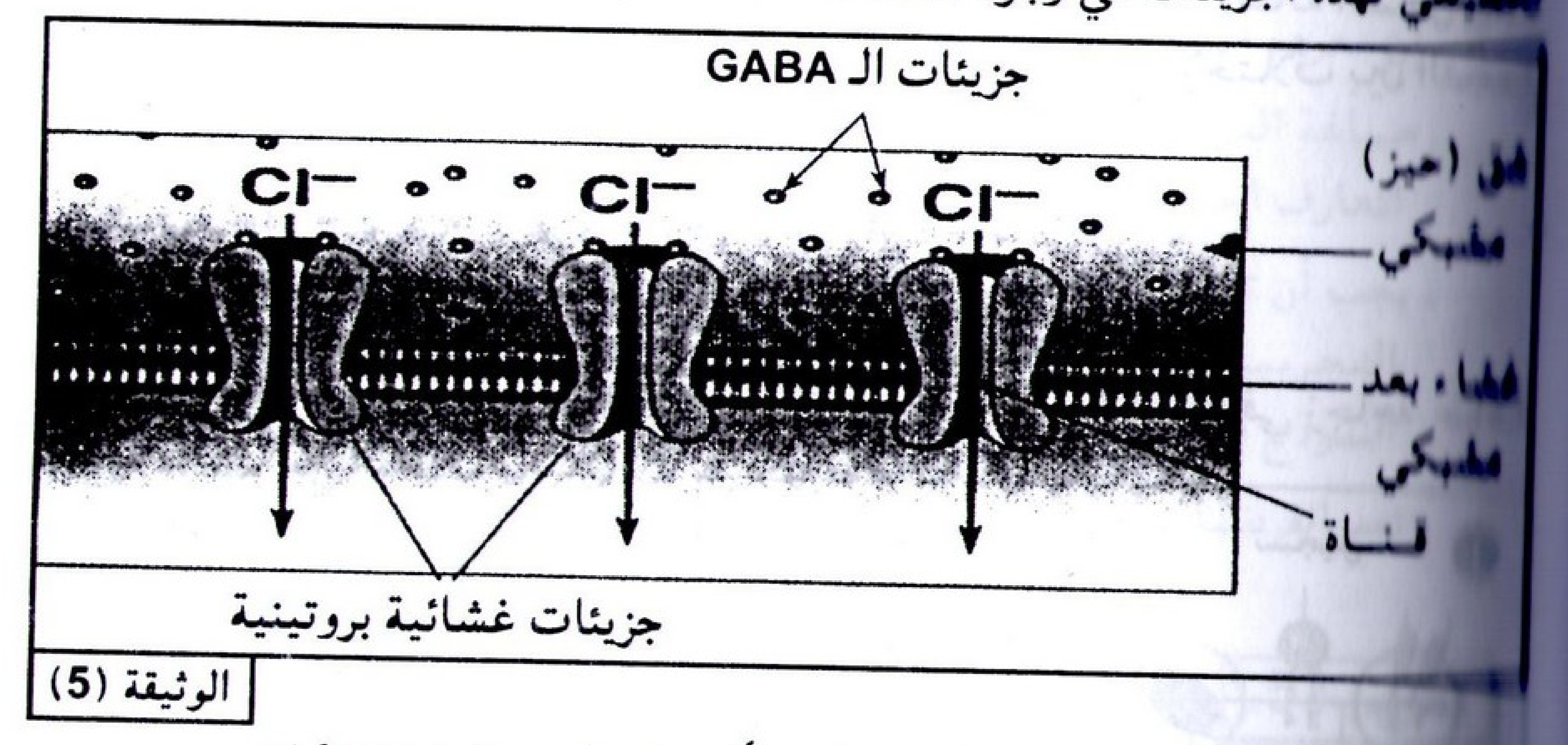
♦ حقن مادة الـ GABA في الفراغ المشبكي للمشبك (ب) وبدون تنبيه في 2 فيسجل الجهاز ج1 التسجيل (ب) من الوثيقة (4).



الوثيقة (4)

• بين التحليل الكيميائي للحيز المشبكي (ب) من الوثيقة (2) أثناء الراحة غياب مادة GABA وتواجد شوارد الـ Cl^- بنسبة عالية بينما عند التنبيه في 2 من الوثيقة (2) فتظهر مادة الـ GABA في الحيز المشبكي (ب) وتتناقص نسبة شوارد الـ Cl^-.

• سمحت دراسات أنجزت على الغشاء بعد مشبكي للمشبك (ب) تواجد جزيئات غشائية بروتينية تحتوي على مواقع تثبيت للـ GABA. الوثيقة (5) تبين رسم تخطيطي لهذه الجزيئات في وجود الـ GABA.



الوثيقة (5)

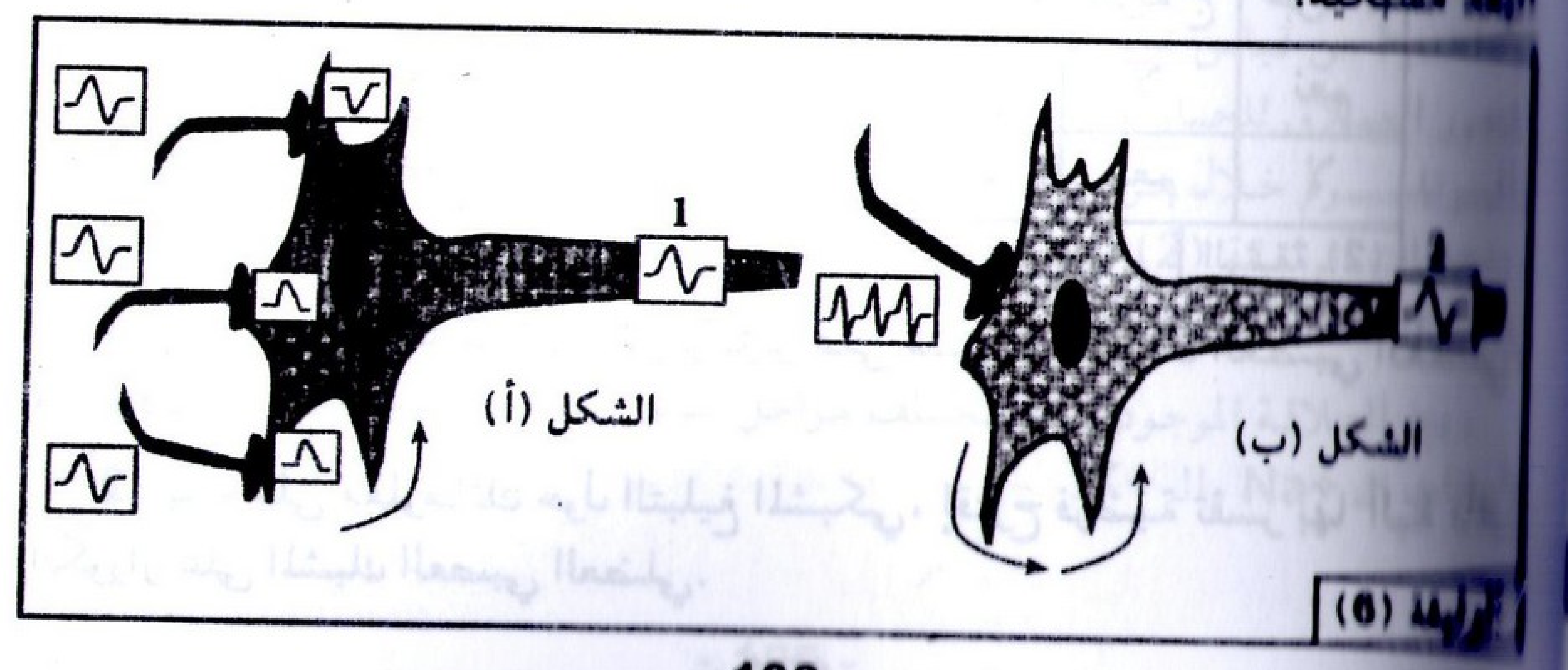
1 ـ ماذا تستنتج من مقارنة التسجيلين (أ) و (ب) من الوثيقة (4)؟.

2 ـ إنطلاقا من المعطيات السابقة قدم تفسيرا للتسجيل (ب)؟.

3 ـ بالربط بين معطيات السابقة وبالإستعانة بالوثيقة (5) ومعلوماتك وضح بواسطة رسم تخطيطي وظيفي آلية عمل المشبك (ب) أثناء التنبيه في 2.

جـ) لكن كيف يكون التأثير حالة وصول كمونات متتالية في نفس الوقت من نفس العصبون القبل مشبكي أو من عصبونات قبل مشبكية مختلفة؟.

تمثل الوثيقة (6) الشكلين (أ و ب) وصول عدة كمونات قبل مشبكية إلى الخلية البعد مشبكية.



الوثيقة (6)

1 - حدد عدد ونوع المشبك المتصلة بالخلية بعد المشبكية في الشكلين (أ و ب) من الوثيقة (6).

2 - حدد مصدر الكمونين 1 و 2 المسجلين في المحورين الأسطوانيين للخليتين بعد المشبكيتين من الشكلين (أ و ب)؟.

3 - للعصبون بعد المشبكي القدرة على تجميع الكمونات التي تصل إليه في نفس الوقت إما تجميعا فضائيا (حالة الشكل أ) أو تجميعا زمنيا (حالة الشكل ب). بالإعتماد على هذه المعطيات وشكلي الوثيقة (6) إستخرج الإختلاف بين التجمع الزمني والتجمع الفضائي.

تمرين 52:

نعزل عضلة فخذ الضفدع مع العصب المتصل بها، نضع العضلة في زجاجة ساعة والجزء الأخير من العصب في زجاجة ساعة أخرى، نستعمل الكترودي التنبيه (1 و 2) والكترودي إستقبال لجهاز أو سيلوسكوب (3 و 4) ثم نتتبع تقلص العضلة من جهة ومرور السيالة العصبية من جهة أخرى إثر تنبيه فعال حسب الضروف الموضحة في الوثيقة (1) وجدول الوثيقة (2) يقدم النتائج المحصل عليها.

تسجيل - محلول فيزيولوجي - عضلة بطن الساق - عصب وركي - محلول الكورار

الوثيقة (1)

		تنبيهات في مستوى إلكترودين 1 و 2			
		تجربة أ	تجربة ب	تجربة ج	تجربة د
النتائج	تقلص العضلة	نعم	نعم	لا	نعم
	تسجيل كمون العصب	نعم	نعم	نعم	لا

الوثيقة (2)

1 - تبين هذه التجارب أن الكورار يؤثر على مستوى المشبك العصبي العضلي، وضح ذلك.

2 - بناء على معلوماتك حول التبليغ المشبكي، إقترح فرضية تفسر بها آلية تأثير الكورار على المشبك العصبي العضلي.

التوجيهات:

1 - قراءة دقيقة لمعطيات الوثيقتين.
- إستخراج الضروف التجريبية.
- ربط العلاقة بين الضروف التجريبية والنتائج المبينة.
- مقارنة بين معطيات مختلف التجارب لاستخراج مستوى تأثير الكورار.

2 - إن معرفة آلية التبليغ المشبكي ضرورية لصياغة الفرضيات.
- صياغة الفرضيات تتطلب المعالجة المنهجية للمعطيات التجريبية بدل إستظهار المعارف الجاهزة.
- يجب أن تكون الفرضية صحيحة منهجيا (الاستدلال المنهجي للمعطيات التجريبية والنتائج المحصلة في صياغة الفرضيات الممكنة) لاتتناقض مع النموذج المفسر للظاهرة المدروسة (آلية التبليغ المشبكي).
- تعد الفرضيات تفسيرا مرحليا قابلا للتحقق نتأكد منها في تجارب أخرى.

تمرين 53:

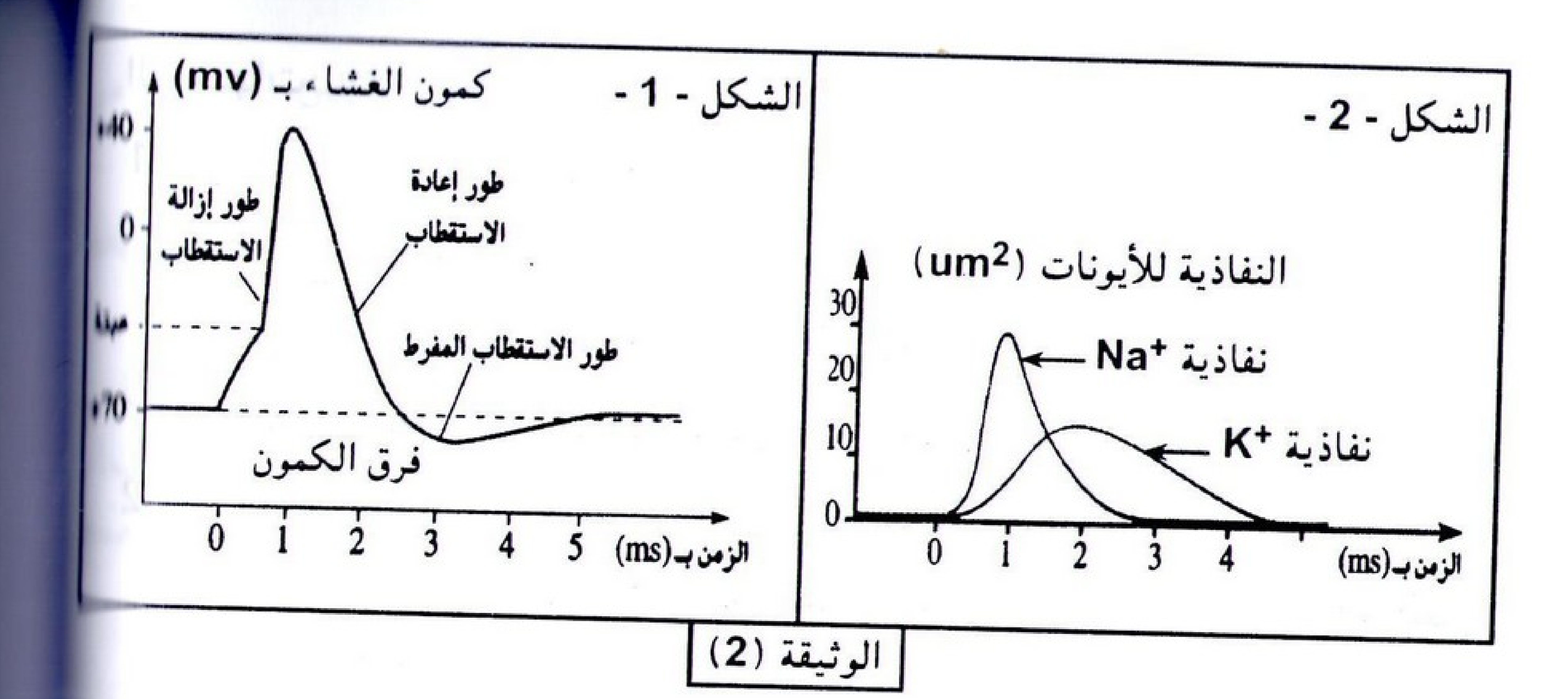
نريد في هذه الدراسة التوصل إلى الظواهر الأيونية المسؤولة عن كمون العمل.

1 - يظهر المنحنى البياني في الوثيقة (1) نتائج التنبيه الكهربائي لمحور عملاق للحبار، يمثل المنحنى 1 عند وجود المحور في ماء بحر بتركيز Na^+ ، 440 ملي مول/ل والمنحنى 2 عند التركيز 150 ملي مول/ل.
- إستنتج من خلال تحليل المنحنى التدفق الأيوني المسؤول عن نشوء كمون العمل.

كمون الغشاء بـ (mV)
1: $[Na^+] = 400\ mmol.L^{-1}$
2: $[Na^+] = 150\ mmol.L^{-1}$
كمون الراحة
الزمن بـ (ms)

الوثيقة (1)

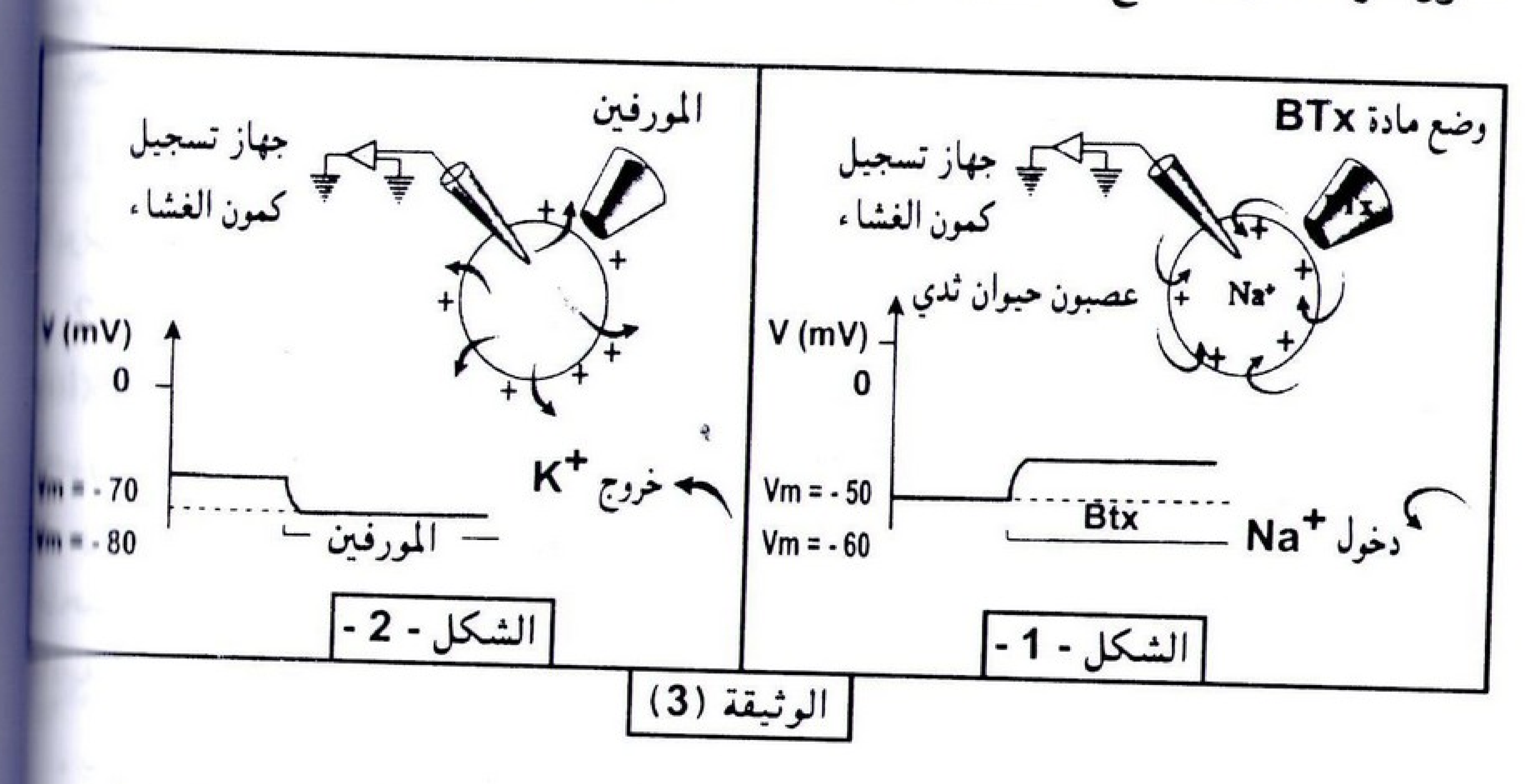
2 - تمكن كل من Hodgkin و Huxley من قياس تغيرات نفاذية غشاء المحور العملاق للحبار لايونات الصوديوم والبوتاسيوم خلال مرور كمون العمل. معطيات الوثيقة (2) توضح تغيرات كمون العمل (الشكل 1) بالموازاة مع تغيرات نفاذية الغشاء لكل من أيونات الصوديوم والبوتاسيوم (الشكل 2).
- بين العلاقة الموجودة بين مختلف مراحل كمون العمل وتغيرات نفاذية الغشاء لأيونات ال Na^+ وال K^+.



الوثيقة (2)

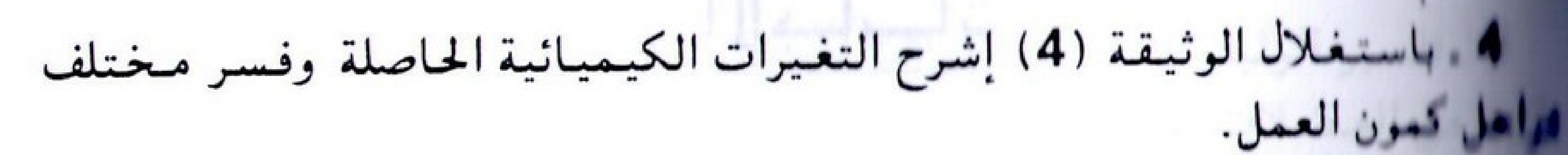
3 ـ أ ـ نضع على الجسم الخلوي لعصبون قرب سطح الغشاء كمية من مادة (BTX) Batrachotoxine وهي مادة سامة تفتح قنوات الـ Na^+ المتعلقة بالفولطية (قنوات تفتح أو تغلق تحت تأثير تغير الكمون الكهربائي المحلي) التي تكون عادة مغلقة خلال كمون الراحة وذلك مع تسجيل كمون الغشاء قبل وبعد إضافة هذه المادة والشكل (1) من الوثيقة (3) يوضح النتائج المحصل عليها.

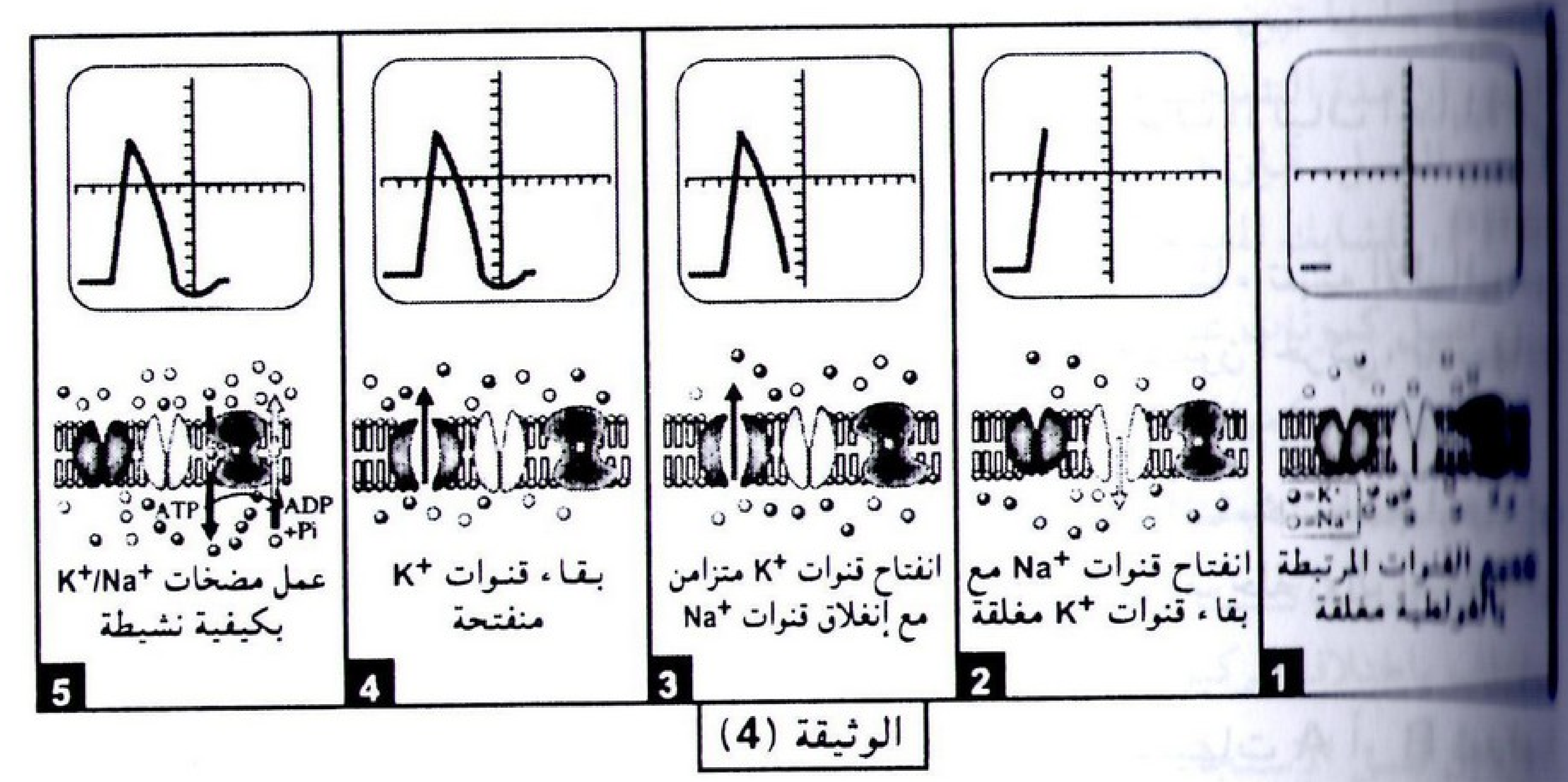
ب ـ نضع على جسم خلوي لعصبون مادة المورفين (الشكل 2 من الوثيقة (3) وهي مخدر يؤدي إلى فتح قنوات الـ k^+ المتعلقة بالفولطية والتي تكون عادة مغلقة خلال كمون الراحة، وذلك مع تسجيل كمون الغشاء قبل وبعد إضافة هذه المادة.



الوثيقة (3)

إستخرج البنيات الغشائية المسؤولة عن حركة أيونات الـ Na+ والـ k+ خلال كمون العمل.


4 ـ باستغلال الوثيقة (4) إشرح التغيرات الكيميائية الحاصلة وفسر مختلف مراحل كمون العمل.



الوثيقة (4)

الإجابات

إجابة التمرين 1:

إستجابات العصبون الحركي للمعلومات المنقولة من طرف الألياف الجابذة في المنعكس العضلي:

1 - تفسير الوثيقة I : تم الحصول على التسجيلات أثناء تنبيه الألياف من النمط 1 وهي ألياف جابذة آتية من العضلة التي يعصبها العصبون الحركي، بتنبيهات متزايدة الشدة.

التجربة 3 : التنبيه كان بتيار شدته C وهي أكبر شدة أثناء هذه التجارب. إن التسجيل المحصل عليه مميز لكمون عمل، فهو يحتوي علي مرحلة زوال إستقطاب متبوع بانعكاس الإستقطاب ثم مرحلة عودة الإستقطاب.

التجارب 1 ، 2: إن التسجيلات المحصل عليها بعد التنبيهات A أو B شدتها أقل من C وهي عبارة عن زوال إستقطاب ضعيف السعة حيث التسجيل المحصل عليه في التجربة رقم 2 > تلك المحصل عليه في التجربة رقم 1 وهذه التسجيلات متبوعة بعودة الإستقطاب وهي مميزة:-

- كمونات بعد مشبكية منبهة PPSE سعتها لم تصل إلي عتبة زوال الإستقطاب كي يولد كمون عمل هذه العتبة تكون في حدود (50 mV -) إذا إعتمدنا على تسجيل التجربة رقم 3.

التجربة 4 : إن تنبيهين متقاربين بشدة تساوي B تسمح بتسجيل كمونات من نوع الـ PPSE التي تشكلت تقريبا في نفس الوقت تجمع أي هناك جمع (تجميع) فإن التسجيلين لا يصلان إلى عتبة كمون العمل.

2 - المشابك المتدخلة في الألياف من النمط 1 (العناصر القبل مشبكية) العصبون الحركي (العنصر البعد مشبكي) هي مشابك منبهة.

- إن كمون عمل القبل مشبكي يؤدي إلي تحرير كمية غير كافية من المبلغ الكيميائي لا يؤدي إلى زوال إستقطاب العصبون البعد مشبكي حتى العتبة.
- إن شدة التنبيه تترجم بتواتر كمونات عمل في الليف الجابذ، فبشدة C (التجربة رقم 3) فإن التواتر يكون بقيمة يسمح بتوليد كمون عمل في العصبون البعد مشبكي.

في التجربة 5: إن جزيئات الوسيط الكيميائي المحررة أثناء التنبيه الأول لازالت موجودة عند تحرير الوسيط للمرة الثانية نتيجة للتنبيه الثاني، إذا هناك جمع تأثيرهما وسعة الـ PPSE تصل إلي العتبة مما يؤدي إلى توليد كمون عمل.

3 - تفسير الوثيقة II : - التسجيلات المحصل عليها عند تنبيه ألياف من النمط 2 الآتية من العضلات المعاكسة باستعمال شدات مختلفة للتنبيه فإن التسجيلات المحصل عليها تبين تغير الكمون الذي يتميز بفرط الإستقطاب سعته تزداد بزيادة شدة المنبه، إن مدة التسجيل تزداد بازدياد شدة المنبه. إن الكمون يبتعد عن عتبة توليد كمون العمل، فإن هذه التسجيلات هي عبارة عن كمونات بعد مشبكية مثبطة PPSI، المشابك المعنية هي مشابك مثبطة، هذه المشابك تعمل كالمشابك المنبهة:

- تصل كمونات عمل إلى نهاية الليف القبل مشبكي.
- إن وصول كمونات العمل يعمل على تحرير مبلغ كيميائي في الشق المشبكي.
- هذا المبلغ يتثبت على مستقبلات نوعية على غشاء العصبون البعد مشبكي.

لكن نتيجة تثبيت المبلغ الكيميائي في هذه الحالة عبارة عن فرط الإستقطاب سعته تختلف باختلاف تركيز المبلغ الكيميائي المحررة.

- إن نفس الإستجابة نتحصل عليها بشدات تنبيه D و E إذا يمكن القول أن كل المستقبلات مشغولة (مشبعة).

4 - الزمن الضائع الملاحظ في السلسلتين من التجارب:

الزمن الضائع: هو الزمن الذي يفصل بين التنبيه وتغير الكمون المسجل.

- يمكن تقديره بما أن التنبيه مؤشر على التسجيل ولدينا سلم الزمن بالملي ثانية.
- إنه قصير جدا في السلسلة الأولى من التجارب (حوالي 1 ملي ثانية).
- فهو أطول حوالي (2 ملي ثانية) في السلسلة الثانية من التجارب.
- الظواهر التي تحدث في المشبك تستغرق مدة زمنية حوالي 1 ملي ثانية.

يمكن التفكير في أن الألياف من النمط 1 متصلة مباشرة بالعصبون الحركي، بينما يوجد عصبون جامع بين الألياف من النمط 2 والعصبون الحركي (لاحظ الرسم في نهاية الإجابة).

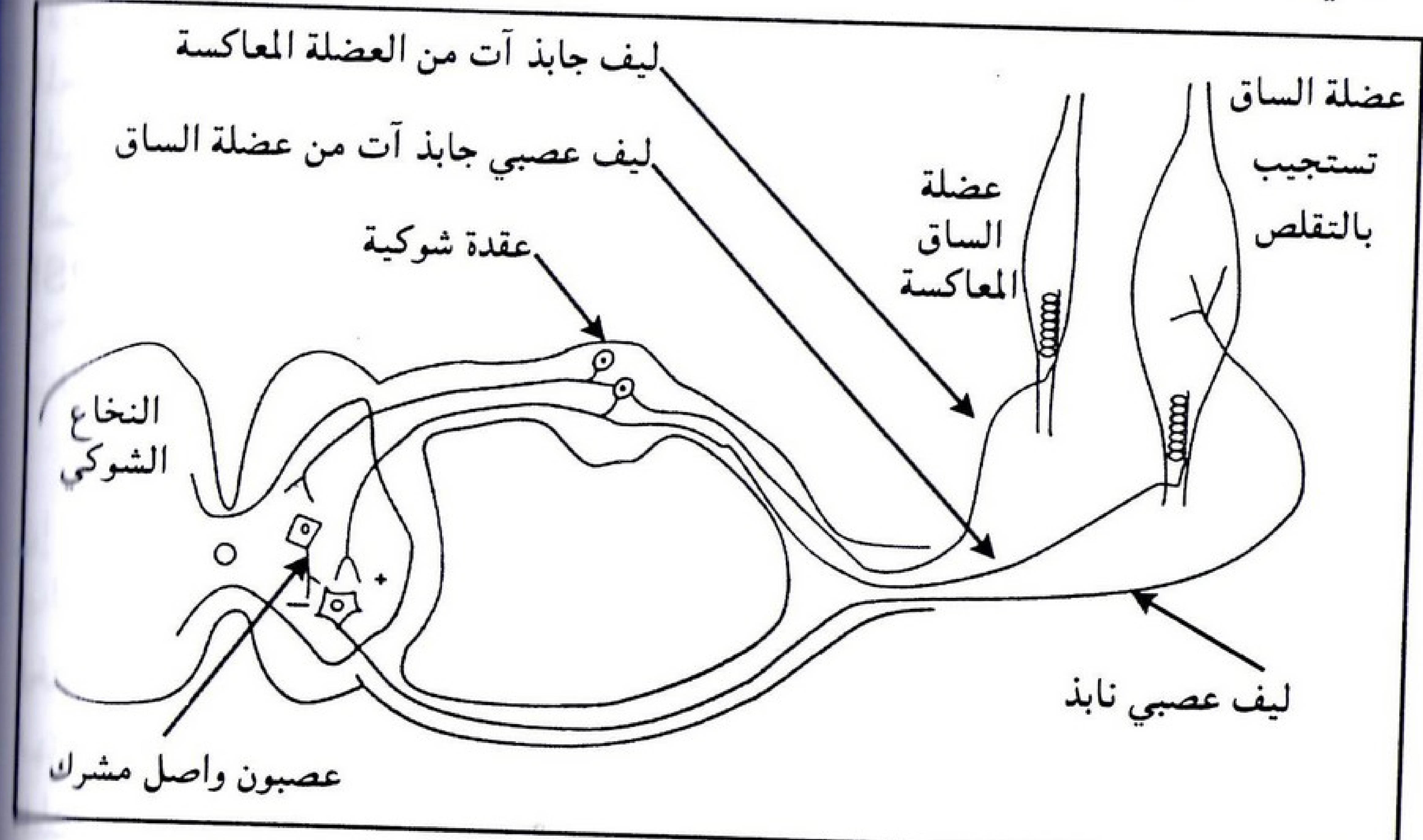
5 - رسم شبكة من العصبونات المتدخلة في المنعكس العضلي الناتج عن التمدد الفاجئ لعضلة الساق وتنبيه الوتر العضلي.

إن تمدد عضلة الساق يؤدي إلى تقلص العضلة: - إن عصبون حسي يتمفصل مباشرة مع العصبون الحركي، إن القوس الإنعكاسية إحادية المشبك (وثيقة I).

- إن العصبون الحركي يتلقى أيضا معلومات عن حالة تقلص العضلات المتعاكسة.

إن الإحتفاظ بالتوازن يتطلب إدماج هذه المعلومات من طرق العصبون الحركي التي تؤدي إلى إستجابة مكيفة، إن القوس الإنعكاسية تتضمن ألياف جابذة من العضلة المعاكسة فهي تحتوي على مشبكين، إن تدخل المشابك المثبطة على مستوى العصبون

الحركي يكيف إستجابة العصبون الحركي.



إجابة التمرين 2:

I - 1 - المعلومات المستخلصة: - إنتقال النبأ إلى الخلية البعد مشبكية إثر تنبيه الخلية القبل مشبكية مع وجود تأخر زمني.

2 - لم يتولد كمون عمل عند حقن الكميات ك$_1$، ك$_2$ ، ك$_3$ من الأستيل كولين لأنها لم تصل إلى عتبة التنبيه.

- يتولد كمون عمل عند حقن الكمية ك$_4$ من الأستيل كولين لأنها تساوي العتبة أو أكبر منها.

الإستنتاج: يجب أن تكون كمية الأستيل كولين المحقونة كافية لتوليد كمون عمل (العتبة).

3 - المعلومة المستخلصة: إن كمية الـ ACH المحررة تتوقف على شدة التنبيه وبالتالي سعة الكمون المسجل يعود إلى كمية الأستيل كولين المحررة.

II - أ - 1 - إن سعة الإستجابة مرتبطة بعدد القنوات الغشائية المفتوحة وهذه الأخيرة مرتبطة بكمية الأستيل كولين المحررة والمرتبطة على المستقبلات الغشائية وكمية الـ ACH المحررة والمثبتة على المستقبلات الغشائية مرتبطة بشدة التنبيه أي كلما زادت شدة المنبه زادت كمية الـ ACH المحررة فتزداد عدد القنوات المفتوحة فتزداد سعة التسجيل.

2 - كلا: لأن كمية الـ ACH هي المحددة لسعة الكمون المسجل وهذا الأخير لا ينتشر إلا إذا كان يساوي أو أكبر من عتبة التنبيه حيث ك$_3$ أقل من عتبة التنبية.

ب - 1 - المقارنة: في التجربة 1 : تشكيل كمون عمل واحد فقط.

في التجربة 2: الحصول على عدة كمونات عمل متتالية.

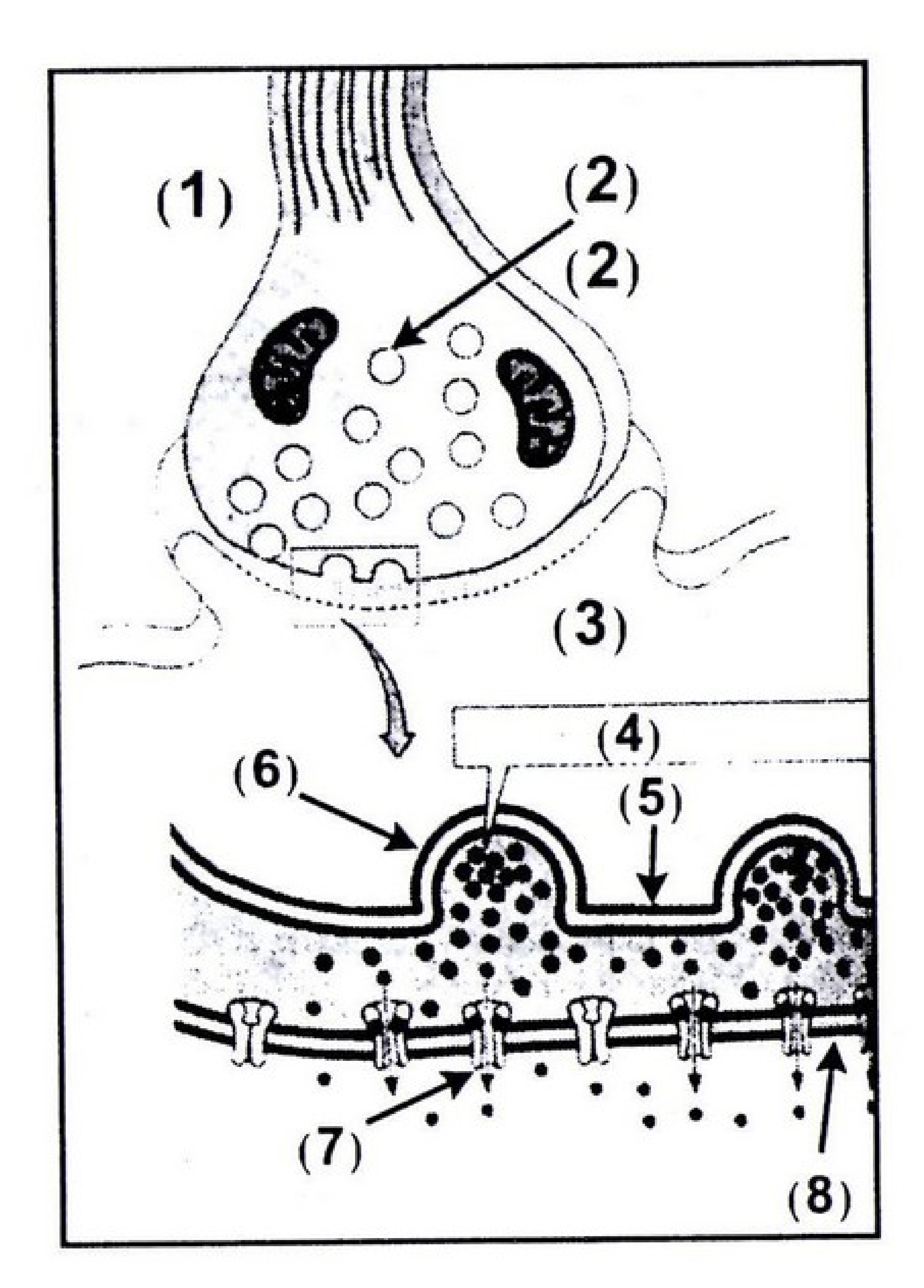
الإستنتاج: يتخرب الـ ACH بأنزيم الأستيل كولين استيريز بعد توليد كمون عمل في الخلية بعد مشبكية في الحالة العادية حتى لا يبقى تأثيره مستمرا.

2 - تأثير الـ ACH في الحالة الطبيعية مؤقت.

التعليل: لكي لايبقى تأثير الأستيل كولين مستمرا.

3 - التسجيل P2 يعود لتثبيت المبلغ الكيميائي العصبي على مواقع التثبيت في القنوات المبوبة كيميائيا في غشاء الخلية البعد مشبكية مسببة في فتح هذه القنوات فدخول الـ Na^+ فتوليد كمون عمل بعد مشبكي سعته تتوقف على كمية المبلغ العصبي المثبت أي عدد القنوات المفتوحة فكمية الشوارد المتدفقة، وبعد توليد كمون العمل في الخلية البعد مشبكية، يتم إماهة المبلغ الكيميائي حتى لا يبقى تأثيره مستمرا.

III - الرسم (الرسم المقابل)



البيانات:

1 - زر مشبكي
2 - حويصل مشبكي
3 - خلية بعد مشبكية
4 - جزيئات المبلغ الكيميائي المفرزة
5 - غشاء قبل مشبكي
6 - حويصل مشبكي في حالة إفراز
7 - قناة كيميائية
8 - غشاء بعد مشبكي

إجابة التمرين 3:

I ـ إستغلال الوثيقة (2):

إستجابات الألياف العصبية D لتنبيه فعال.

1 ـ تسجيلات تغيرات الكمون من طرف الإلكترودات المستقبلة (1) و (2) المتوضعة على سطح الألياف.

أ ـ تحديد الظواهر المسجلة:.

ـ على مستوى الصفر الإلكترودات لاتسجل فرق في الكمون.

ـ الحرف **a** يشير للتنبيه إنها إشارة التنبيه.

ـ التسجيلات توافق تغيرات الكمون الإجمالية لأننا نستعمل مجموعة من الألياف: ـ إنها تسجيلات كهربائية عصبية.

الجزء **b c** يستقبل من الإلكترودين رقم (1) بينما الجزء **d e** يستقبل من طرف الإلكترودين (2).

ـ بما أن الإلكترودات وضعت على السطح فالتسجيلات عبارة عن كمونات عمل ثنائية الطور، لكل تسجيل عدة مراحل:

ـ الزمن الضائع من **a** إلي بداية زوال الإستقطاب، لايتغير الكمون.

ـ مرحلة زوال الإستقطاب وانعكاسه إلى غاية **b** (أو **d**).

ـ مرحلة عودة الإستقطاب إلى غاية الصفر ثم مرحلة جديدة لزوال الإستقطاب إلى غاية **c** (أو **e**).

ـ عودة الإستقطاب.

ب ـ حساب سرعة إنتشار الرسالة.

ماعدا الزمن الضائع فالتسجيلات المحصل عليها بالالكترودات رقم (1) و (2) هي متطابقة، أنها نفس الرسالة العصبية التي سجلت في رقم (1) ثم في رقم (2)، الزمن الذي يفصل التسجيل في **b** عن التسجيل **d** مثلا هو الزمن اللازم كي تقطع الرسالة مسافة **5** ملم، هذا الزمن بالتقريب **3,3** ملي ثانية فالسرعة إذا تكون بالتقريب:

$$\frac{\Delta \text{س}}{\Delta \text{ز}} = \frac{\text{5 ملم}}{\text{3,3 ملي ثانية}} = \text{1,51 م/ثانية}$$

فهي حقيقة ألياف بطيئة، بعض الألياف العصبية تنقل الرسالة العصبية بسرعة

متوسطة تقدر بـ **75** م/ثا، يمكن التفكير أن هذه الألياف صغيرة القطر وعديمة النخاعين، فانتقال الرسالة تكون بتيارات محلية من نقطة لأخرى مما يؤدي إلى تباطئها.

2 ـ في الضروف التجريبية أن الألياف العصبية إستجابت بتغيرات الكمون التي تنتقل دون تغيير، لايمكن إلا إجراء ملاحظات عامة، هذه الألياف يبدو أنها في بادئ الأمر قابلة للتنبيه وناقلة له.

II ـ مكان تأثير الوسائط الكيميائية وآلية عملها:.

1 ـ إستغلال الوثائق (3) و (4):

الإنكيفالين: تؤثر على مستوى المشبك الذي يصل بين الخليتين **I** و **D**، على هذا المستوى فهي تبعد غشاء الخلية **D** عن كمون راحتها: إذن الغشاء في حالة فرط إستقطاب.

المادة **P**: تسبب زوال إستقطاب غشاء الخلية **L** على مستوى المشبك الذي يصل بين الخلية **D** والخلية **L**.

السيروتونين: يؤثر على غشاء الخلية **I**، فهي تسبب نشأة كمون عمل.

2 ـ آلية عمل مختلف المواد على مستوى الأغشية الخلوية:

ـ المواد المستعملة تؤثر على مستوى مشابك عصبية عصبية فهي مبلغات عصبية.

ـ تتثبت هذه المواد على مستقبلات نوعية للأغشية البعد مشبكية هذا التثبيت يؤدي إلى تغيير الكمون الغشائي على مستوى الغشاء البعد مشبكي، هذا التغيير يمكن أن يكون:

ـ زوال إستقطاب : هو كمون بعد مشبكي منبه **PPSE** الذي يمكن أن يصل إلى عتبة توليد كمون العمل (السيرتونين في الوثيقة 4) أولا يصلها (مثل المادة **P** في الوثيقة 4).

ـ فرط إستقطاب: وهو كمون بعد مشبكي مثبط **PPSI** (الأنكيفالين في الوثيقة 4) في هذه الحالة المشبك مثبط، ويكون منبه عندما يحدث زوال الإستقطاب.

3 ـ الأدوار المختلفة وآلية تأثير الخلايا **I** ، **D** و **L** في الشروط الحيوية من العمل:

ـ الخلية **D** آتية من مستقبل الألم الغشائي (الوثيقة 3) إستجابة لتنبيه هذا المستقبل، تنتشر رسالة عصبية في الخلية **D**، تسجل في R_2 و R_3 (الوثيقة 4) تواترها يكون بمقدار كمون عمل واحد كل (1) ملي ثانية، في R_4 (الوثيقة 4) يسجل رسالة عصبية أيضا.

ـ إن التغير الأول للكمون يطابق بين **PPSE** (الذي يسبب زوال إستقطاب الغشاء إلى غاية العتبة) وكمون عمل، هذه الملاحظة وتلك الموجودة في الوثيقة (3) التي تبين حويصلات مشبكية في نهاية الخلية **D** على مستوى الإتصال مع الخلية (**L**) يشيران إلى أن إنتقال الرسالة العصبية تكون من **D** باتجاه **L**، هاتان الخليتان (**D** و **L**) تؤمن

إنتقال رسالة الألم نحو الدماغ. الوسيط العصبي المحرر في النهاية المحورية للخلية D هي المادة P (الوثيقة 4).

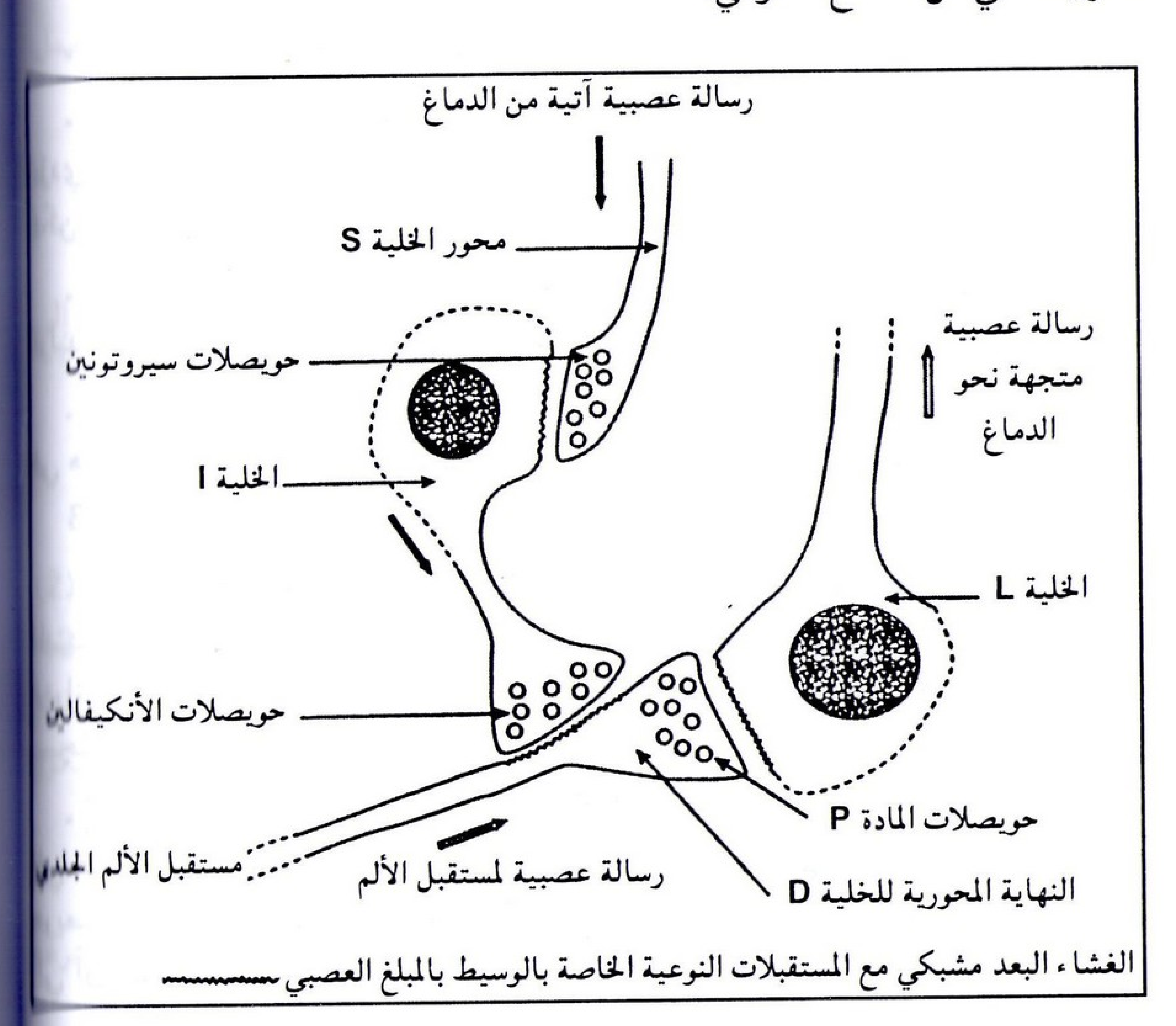
- الخلية I جسمها الخلوي يتواجد في القرن الخلفي للنخاع الشوكي (الوثيقة 3). الخلية (S) آتية من الدماغ فنهايتها المحورية تحتوي على حويصلات تنقل الرسالة العصبية إلي الخلية I (R_1 من الوثيقة 4).

إن إنتقال الرسالة العصبية يكون من الخلية S نحو الخلية I. في وجود السيروتونين إن الإلكترودات R_2 و R_3 (الوثيقة 4) لاتسجل كمونات عمل، يمكن القول أن المشبك بين الخلية I والخلية D هو مثبط مما يؤكده التسجيل في R_2 (الوثيقة 4). الوسيط العصبي المحرر من طرف الخلية I هو الأنكيفالين.

- فبتأثير الإنكيفالين يمكن تفسير تثبيط (إيقاف) الرسالة العصبية للألم، إن عمل المشبك بين الخلية I والخلية D يمنع تحرير المادة P فعن طريق الخلية I يراقب الدماغ رسالة الألم.

الرسم التخطيطي الموالي يلخص الآلية المدروسة في الجزء الثاني (ب) من التمرين.

- الرسالة الآتية من مستقبل الألم يراقبها الدماغ عن طريق الخلية I المتواجدة في القرن الخلفي من النخاع الشوكي.



إجابة التمرين 4:

1. استغلال الوثيقة (1): إظهار خاصية للنخاع الشوكي.

إن كل تسجيلات الوثيقة 1 تمثل تسجيلات عصبية كهربائية تم الحصول عليها انطلاقا من مجموعات الألياف G1 ، G2 وألياف الجذر الأمامي للعصب الشوكي، إنها ظواهر كهربائية إجمالية التي تم الحصول عليها.

التجربة (1): إن التنبيه في S_1 على الألياف G_1 بشدة I_1 يسمح بالتسجيل في O_1 لظاهرة كهربائية سعتها تقارب 35 ملي فولط وبعد (45 ملي ثانية) في O_3 ظاهرة كهربائية سعتها أضعف تقدر بـ 18 ملي فولط.

التجربة (2): إن التنبيه في S_2 على الألياف G_2 بشدة $I_1 > I_2$ يسمح بالحصول على ظاهرة كهربائية مسجلة في O_2 سعتها حوالي 20 ملي فولط غير متبوع بظاهرة كهربائية مسجلة في O_3.

يمكن القول أن السعة الضعيفة للظاهرة المسجلة في O_2 هي ناتجة عن شدة I_2 التي هي أقل من I_1، وبما أن الألياف G_1 ، G_2 من نفس النمط، فإن التنبيه في S_2 أصاب عدد أقل من الألياف، هناك فرضية أخرى: الألياف G_2 هي قليلة العدد.

- على مستوى ليف عصبي معين فان تنبيها فعالا يؤدي إلى ظهور كمونات عمل تنتشر في الليف. في هذه التجربة هناك سيالات عصبية تنتشر في الألياف الجابذة G المنبهة ولكن لاتوجد رسالة مسجلة (كمون عمل) على مستوى الجذر الأمامي.

التجربة (3) : عند تنبيه بنفس الشدة في S_1 و S_2 في نفس الوقت فنسجل بعد (45 ملي ثانية) تسجيل كهربائي في O_3 سعته حوالي 38 ملي فولط.

- فإن رسالة عصبية إجمالية صادرة تسجل إذا في O_3 سعتها أكبر من تلك المحصل عليها عند التنبيه في S_1، فكأنه النخاع الشوكي قام بجمع كل الرسالات الواردة لإصدار رسالة واحدة.

إذا النخاع الشوكي ليس مجرد ناقل بسيط فهذه التجارب تبين خاصيته الإدماجية.

2. استغلال الوثيقة 2 : آلية عمل المشابك.

نعمل الآن على ألياف عصبية معزولة صادرة F_1، F_2، F_3 وآتية من مستقبلات حساسة لتمدد العضلة وعلى عصبون حركي M من النخاع الشوكي المتصل بالألياف السابقة وليس على مجموعات من الألياف.

التجربة (4) : بتنبيه معزول لـ F_1 أو F_2 أو F_3 بشدة كافية للحصول على كمون عمل نحصل في O_4 على تغيير الكمون من 70- إلى 65- ملي فولط مدته 3 ملي ثانية.

التجربة (5) : بتنبيه الليفين F_1 ، F_2 في آن واحد نسجل تغير الكمون من 70- إلى 60- ملي فولط مدته 5 ملي ثانية.

التجربة (6) : إن تنبيه الألياف الثلاثية - F_1 ، F_2 و F_3 في آن واحد متبوع بالإستجابة C فهو يمثل كمون عمل وهو تغير مفاجئ للكمون الغشائي يتولد إنطلاقا من عتبة زوال الإستقطاب، يسمح التسجيل C بقياسه 55 - ملي فولط، كمون العمل هو عبارة عن إشارة بدائية للرسالة العصبية.

- الألياف الثلاثة F_1 ، F_2 ، F_3 متصلة بالعصبون M عن طريق مشابك إنها العناصر القبل مشبكية، بينما M هو العصبون البعد مشبكي.

يعمل المشبك بالطريقة التالية : وصول كمون عمل قبل مشبكي يسمح بتحرير وسيط كيميائي المخزن في الحويصلات المشبكية للعصبون القبل مشبكي، ينتشر الوسيط الكيميائي في الحيز المشبكي فيتثبت على مستقبلات غشائية نوعية مما يؤدي إلي زوال إستقطاب الغشاء كما هو موضح في التسجيلات a و b من الوثيقة (2). إن a و b هي كمونات بعد مشبكية منبهة PPSE، إن زوال الإستقطاب لم يصل إلى عتبة توليد كمون عمل بعد مشبكي.

كي يتولد كمون عمل على غشاء العصبون M يجب أن الألياف الثلاثة F_1 ، F_2 ، F_3 تحرر في نفس الوقت المبلغ الكيميائي، فيحدث تجميع فضائي، هكذا بفضل المشابك فإن العصبون الحركي يقوم بادماج الرسائل الواردة إليه، يمكن الإشارة إلي أن كمون العمل القبل مشبكي لايوافقه كمون عمل بعد مشبكي.

3 - تفسير النتائج المحصل عليها في التجارب الثلاثة الأولى (1 ، 2 ، 3):

التجربة (1) : تنبه ألياف من المجموعة G_1 وتستجيب برسالة عصبية كما يوضحه التسجيل O1، إن الإتصالات كما يوضحه الرسم في نهاية التمرين وأخذا بعين الإعتبار نتائج التجارب 4 ، 5 و 6 التي يشير أن ثلاثة ألياف آتية (جابذة) يجب أن تنقل السيالة العصبية كي يستجيب العصبون الحركي برسالة مسجلة في O3 فيمكن القول أن العصبونات M_1 و M_2 يمكنها أن تتدخل.

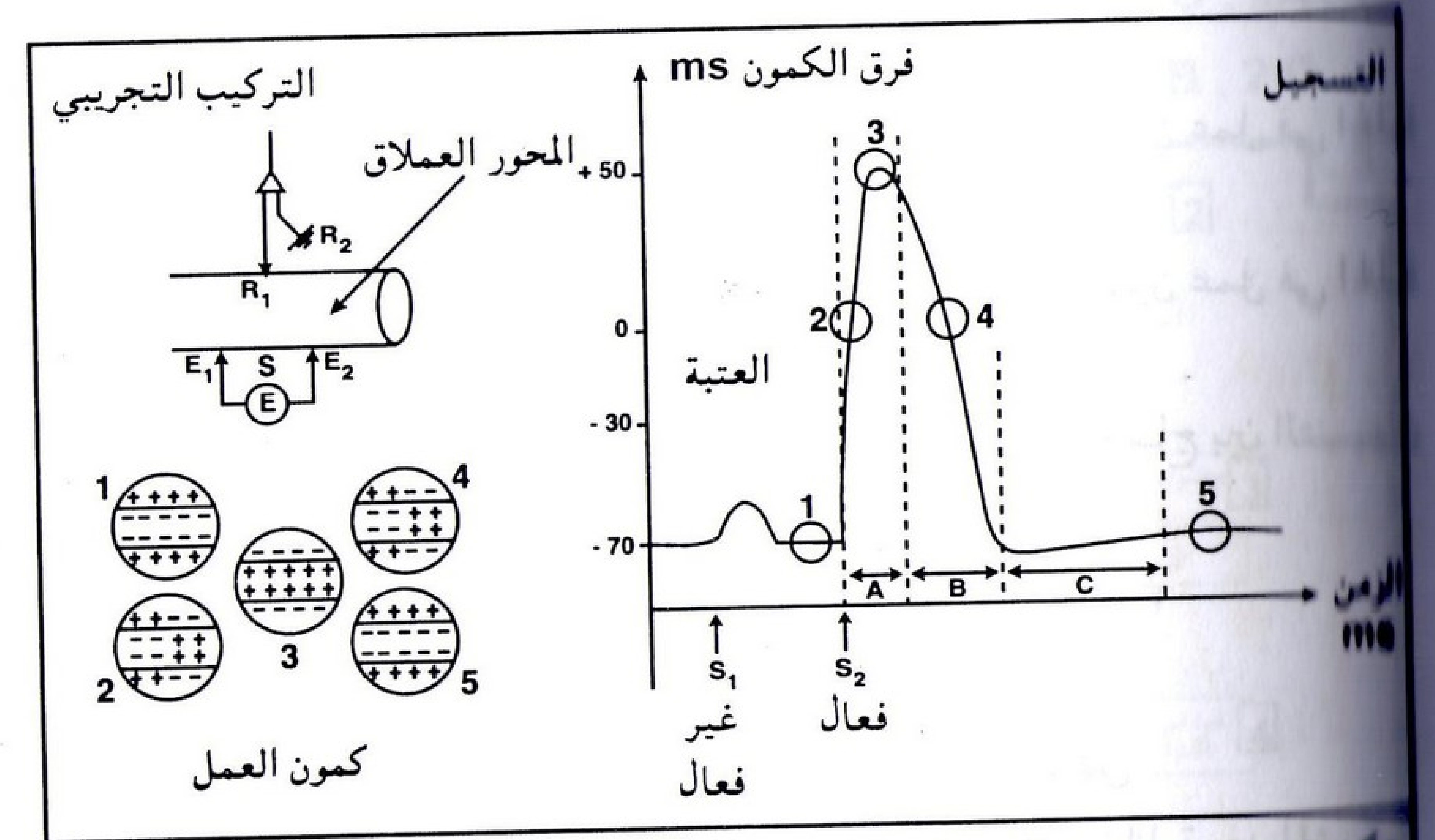
التجربة (2) : إن التنبيه يصيب ألياف G_2 والبعض منها على الأقل تستجيب في تسجيل O_2، إن هذه الألياف متصلة بالعصبونات M_3 و M_4 ولكن بعض ألياف G_1 هي كذلك متصلة بنفس العصبونات، فالاتصالات بينها تكون بعدم تدخل أي عصبون حركي مما يؤكده التسجيل O_3.

التجربة (3) : تنبيه الألياف G_1 و G_2 في نفس الوقت، التسجيل الإجمالي لاستجابة العصبونات الحركية في O_3 يبين سعة تساوي ضعف السعة المحصل عليها في التجربة 1، مع الأخذ بعين الإعتبار الإتصالات يمكن القول أن M_1، M_2، M_3 و M_4

كلها تتدخل. في هذه الحالة جميع ألياف G2 تتنبه في S2 بشدة تساوي 2 I والتسجيل في O2 أثناء التجربة 2 يفسر بالعدد القليل لألياف المجموعة G2.

إجابة التمرين 5:

1 - الرسم الموالي يمثل منحنى التغيرات الكهربائية المخترقة للغشاء :



يمكن تقسيم التسجيل المحصل عليه على شاشة الجهاز إلي ثلاثة مراحل علما "أن" المدة الإجمالية للإستجابة هي 5 ملي ثانية :

- A : مرحلة زوال وانعكاس إستقطاب الليف العصبي.
- B : مرحلة العودة إلى الإستقطاب الأصلي.
- C : مرحلة فرط الإستقطاب السالب لداخل الليف

2 - إن التيار γ يمثل دخول شوارد الـ Na^+ إلى الليف العصبي مما يؤدي إلى زوال وانعكاس إستقطاب سطح الغشاء.

والتيار x يمثل خروج شوارد الـ K^+ من المحور وإعادة الإستقطاب الموجب لسطح الليف العصبي مع نوع من التأخر الزمني.

3 - أ - إن التسجيل B يتميز بغياب التيار γ.

ب - المادة المستعملة ثبطت إنفتاح قنوات الـ Na^+.

إجابة التمرين 6:

أ ـ 1 ـ مقارنة نتائج الحالة 1 مع الحالة 2 :

الحالة 1 : أن تنبيهين متباعدين لايؤديان إلى توليد كمون عمل في الخلية بعد المشبكية

الحـالة 2 : إن تنبيهين متقاربين في نفس المشبك أو من مشبكين مختلفين يولدان كمون عمل مما يدل على الإدماج والتجمع.

مقارنة بين الحالة 3 مع الحالة 4 :

الحالة 3 : إن تنبيهين متتاليين متباعدين لايؤديان إلى توليد كمون عمل في الخلية بعد مشبكية.

الحالة 4 : إن تنبيهين متقاربين من مشبكين مختلفين يولدان كمون عمل في الخلية بعد مشبكية.

2 ـ تم تسجيل كمون عمل في الحالتين نتيجة التجمع والادماج بين التنبيهين المتتاليين :

في الحالة 2 : حدث إدماج (تجمع) زمني.

في الحالة 4 : حدث إدماج (تجمع) فراغي (فضائي).

ب ـ 1 ـ إن المشبك بين العنصر E_1 والخلية بعد المشبكية تنبيهي.

التعليل: لأن التنبيه في E_1 أدى إلى تشكيل كمون عمل في الخلية بعد المشبكية

ـ أما المشبك بين العنصر I_1 والخلية بعد مشبكية تثبيطي.

التعليل: لأن التنبيه في I_1 أدى إلى عدم تشكل كمون عمل في الخلية بعد مشبكية بل فرط إستقطاب.

2 ـ المقارنة: سعة كمون العمل في ب1 أكبر من سعة كمون العمل في ج1.

3 ـ سبب إختلاف النتائج:

ـ يتولد كمون عمل في ب2 لأن المشبك منشط وسعة الكمون أكبر من العتبة.

ـ لا يتولد كمون عمل في ج2 لأن المشبك مثبط وسعة الكمون أقل من العتبة.

4 ـ شروط تسجيل ب2 في ج2 : إذا بلغ المجموع الجبري لكمونات العمل التنبيهية والتثبيطية بعد الإدماج عتبة كمون العمل، أما إذا لم يبلغ فلا نتحصل على كمون عمل: PPSI + PPSE < عتبة التنبيه فيتولد كمون عمل.

PPSI + PPSE < عتبة التنبيه فلا يتولد كمون عمل.

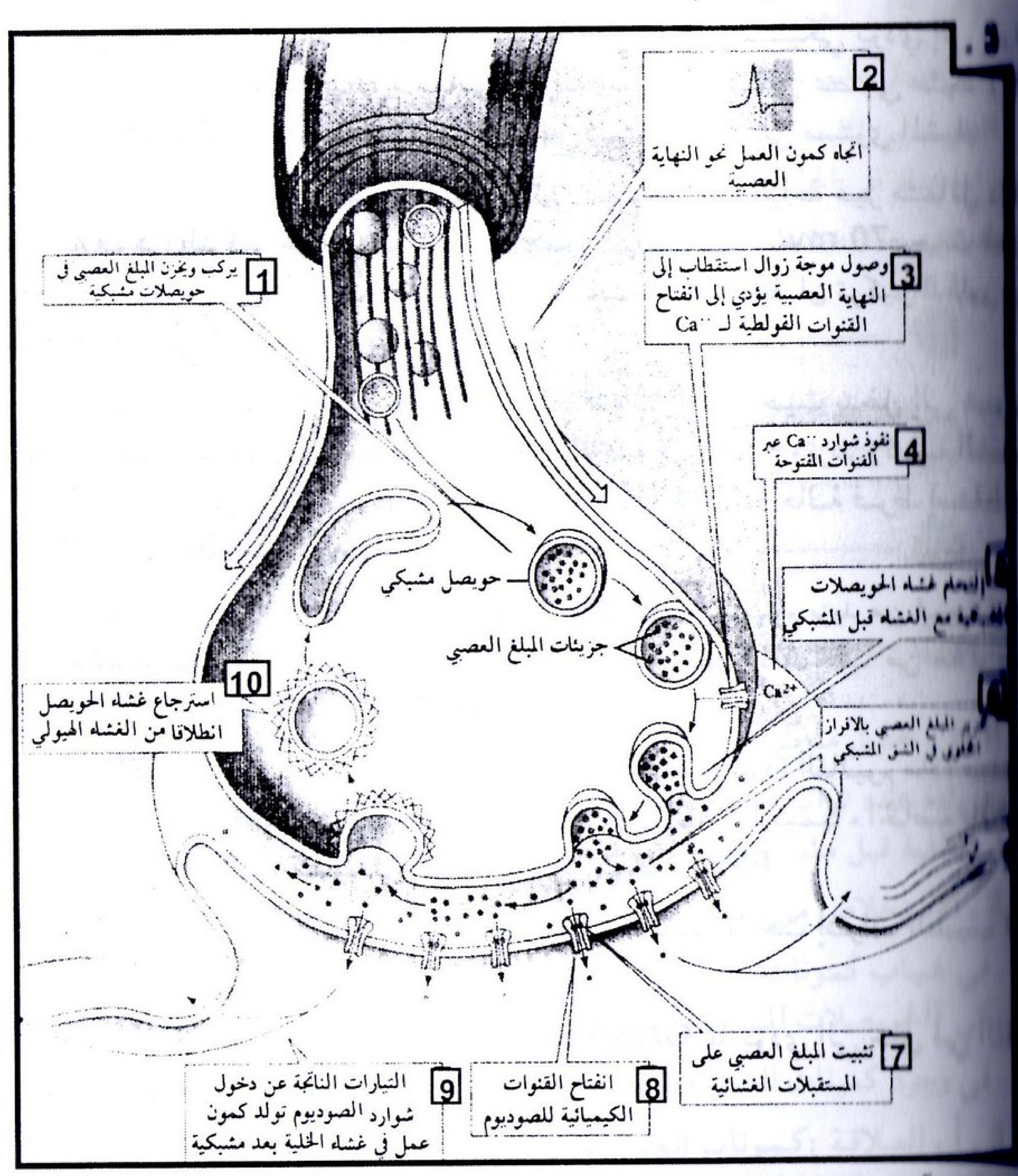
ج ـ 1 ـ يؤدي التنبيه الفعال إلى توليد كمون عمل ينتقل إلى المركز العصبي

الانعكاسي (النخاع الشوكي) بواسطة العصبون الحسي عن طريق الجذر الخلفي حيث يتصل العصبون الحسي هناك مع العصبون الحركي للعضلة القابضة (المشبك 2A) والعصبون الجامع (المشبك 2B) ثم تنتقل السيالة العصبية المنبهة إلى العضلة القابضة عن طريق الجذر الأمامي حيث يصل التنبيه إلى العضلة عن طريق المشبك 3A بينما ينقل ليف عصبي مثبط التنبيه من المشبك 2C إلى العضلة الباسطة عن طريق المشبك عبر الجذر الأمامي.3B

1 ـ 3A , 2B , 2A مشابك منشطة.

3B , 2 C مشابك مثبطة.

3 ـ



آلية النقل العصبي على مستوى المشبك ودور البروتينات و في ذلك

إجابة التمرين 7:

1 ـ تحليل الوثائق :

الوثيقة 1 : يظهر القلق على الحيوان عند تثبيط عمل GABA مما يجعلنا نفترض أن للـ GABA دور يتمثل بأنه مضاد للقلق.

الوثيقة 2 : إن التنبيه في "ن" أدى إلى تسجيل كمون عمل على مستوى ر.ذ.م (1).

ـ تسجيل فرط إستقطاب على مستوى ز.ذ.م (2) وهذا يعني أن كمون مابعد المشبكي مثبط PPSI.

ـ في غياب أي تنبيه وحقن الـ GABA في الحيز المشبكي يؤدي إلى فرط إستقطاب على الغشاء البعد مشبكي إذا أنه وسيط كيميائي عصبي مثبط وهذا المشبك مثبط، وتأثيره المثبط يتناسب طردا مع كميته المفرزة على مستوى المشبك.

الوثيقة 3 : إن توزيع الشوارد على جانبي الغشاء أثناء الراحة غير متماثل وهذا الإختلاف في التركيز هو السبب الحقيقي لكمون الراحة المقدر بـ 70 mv- حيث سطح الغشاء موجب وداخله سالب وهذا هو الإستقطاب، كما نلاحظ أن تركيز الكلور في الخارج أكبر من الداخل.

الوثيقة 4 : بوجود الـ GABA تفتح قنوات الكلور حيث يدخل إلى هيولى العنصر البعد مشبكي فتزيد كمية الشحن الموجبة في الخارج وتزيد وكمية الشحن السالبة في الداخل (كما تخرج أيضا شوارد الـ K^+) محدثا حالة فرط إستقطاب من 70- إلى 80- ملي فولط تقريبا.

الوثيقة 5 : نلاحظ أن حقن كل من الـ GABA والفاليوم يزيد من قيمة فرط الإستقطاب بصورة أكبر من حقن الـ GABA لوحده ويظهر ذلك جليا من خلال مدة الإنفتاح فهو أكبر من حقن الـ GABA لوحده.

2 ـ لإقناع المريض يمكن الإعتماد على النتائج السابقة: مادة الفاليوم مادة مخدرة علاجية في هذه الحالة للقلق عن طريق تثبيتها على قنوات الكيمياء الخاصة بادخال الكلور مسببة فرط إستقطاب أي كمون غشائي تثبيطي PPSI.

3 ـ لا أقترح على المريض مواصلة إستعمال الفاليوم إلا تحت إشراف الطبيب لأن الإفراط يؤدي إلى الإدمان.

4 ـ يؤثر الفاليوم على الافراز الطبيعي للـ GABA مما يؤدي إلى خلل في النقل العصبي على مستوى المشابك.

إجابة التمرين 8:

I-1 ـ وضعية المسرين ($م_1$ ، مَ) للجهاز ($ج_1$) والمسرين ($م_2$ ، مَ) للجهاز ($ج_2$):

ـ الجهاز ($ج_1$) : المسرى $م_1$ في المقطع والمسرى مَ على السطح.

ـ الجهاز ($ج_2$) : المسرى $م_2$ في المقطع والمسرى مَ على السطح.

2 ـ تحليل المنحنى ($ص_1$):

ـ [1 - 2] : زوال الإستقطاب وانعكاس الإستقطاب.

ـ [2 - 3] : عودة الإستقطاب.

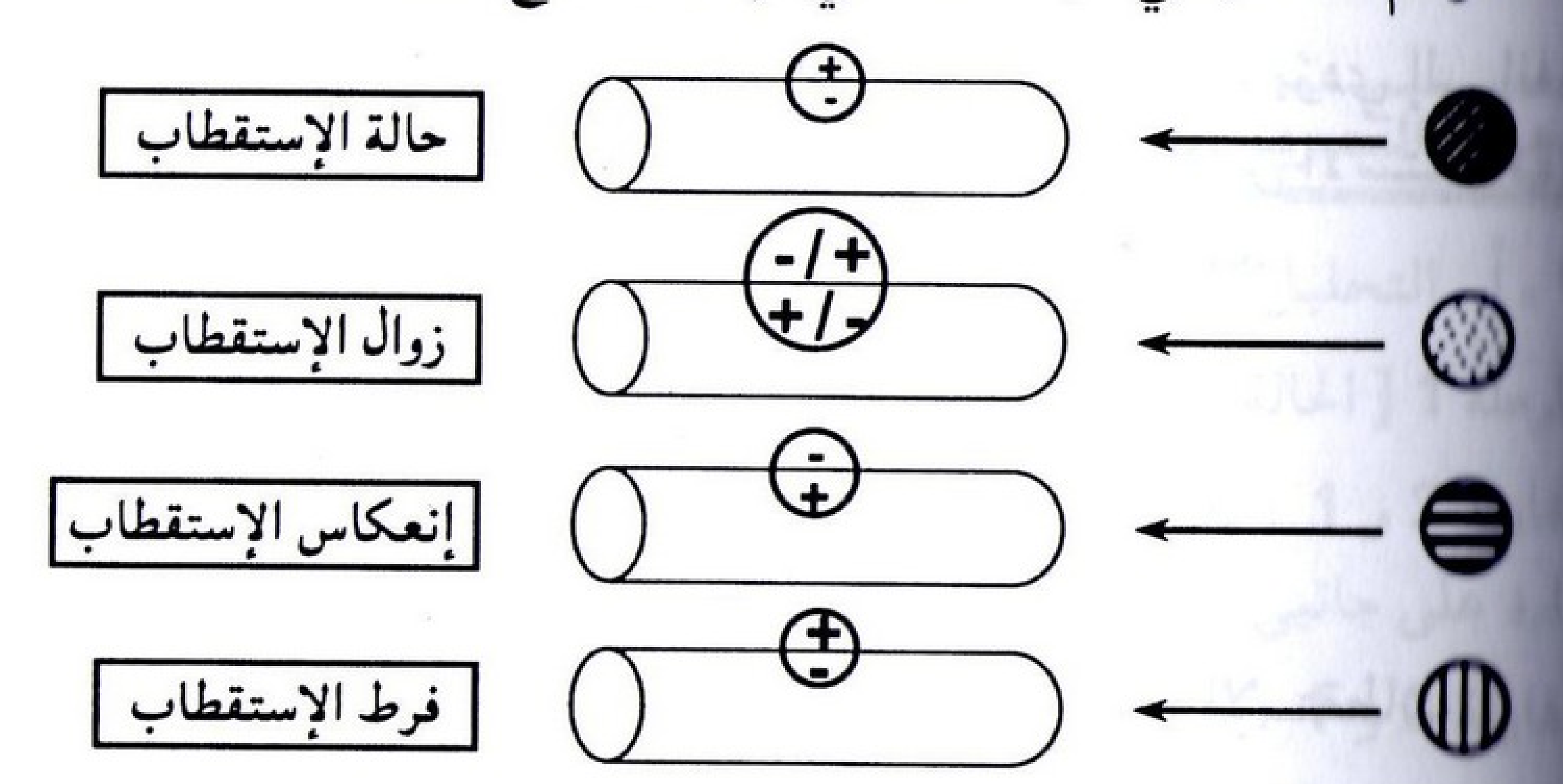
ـ [3 - 4] : فرط الإستقطاب.

ـ [4 - 5] : العودة إلي كمون الراحة.

3 ـ تعليل عدم تطابق المنحنيين ($ص_1$ ، $ص_2$) :

التنبيه في الليف قبل مشبكي يؤدي إلى تسجيل كمون عمل الخلية قبل المشبكية ليتم تسجيله في الخلية بعد المشبكية لابد من المرور بالشق المشبكي.

4 ـ الرسم التخطيطي لليف العصبي وإظهار توزع الشحنات:



II-1 ـ تحليل منحنى القسم (أ):

ـ بزيادة عدد تواتر كمون العمل قبل المشبكي يزداد تركيز شوارد Ca^{++} في هيولي الخلية قبل مشبكية (تناسب طردي).

2 ـ الإستخلاص من وثائق القسم (ب):

ـ في غياب كمونات العمل [أثناء الراحة] لايتم إفراز الأسيتيل كولين في الشق المشبكي (الحويصلات المشبكية تكون في حالة لا نشاط).

ـ في وجود كمونات العمل قبل مشبكي يتم إفراز الأستيل كولين في الشق المشبكي.

3 ـ أ ـ العلاقة :كمونات العمل قبل المشبكية تؤدي إلي إرتفاع تركيز شوارد Ca^{++} في هيولي الخلية قبل مشبكية التي تدخل عن طريق قنوات الكالسيوم الفولطية والتي بدورها تؤدي إلي إفراز الأسيتيل كولين.

ب ـ دور شوارد Ca^{++} في تأمين تدخل الأسيتيل كولين على مستوى المشبك:

يؤدي دخول شوارد Ca^{++} إلى هيولي الخلية قبل المشبكية إلي تشكيل حركة هيولية دورانية تتسبب في حركة الحويصلات المشبكية في إتجاه الغشاء قبل المشبكي لتندمج معه ويتم إفراز الأسيتيل كولين.

4 ـ أ ـ كتابة البيانات:

1 ـ الوسيط (ACH).

2 ـ قناة مبوبة كيميائيا (مستقبل الأسيتيل كولين)

3 ـ طبقة مضاعفة فوسفولبيدية.

4 ـ دخول شوارد Na^+.

5 ـ خروج شوارد K^+.

ب ـ كيفية تدخل المستقبلات لتفسير المنحنى (ص2):

ـ بتثبيت المبلغ الكيميائي العصبي (ACH) على المستقبلات يؤدي إلي إنفتاح القنوات ودخول سريع وكثيف لشوارد Na^+ مسببا زوال وانعكاس الإستقطاب، ثم خروج بطيئ وبكمية أقل لشوارد K^+ مسببا عودة وفرط الإستقطاب.

III - 1 ـ أ ـ شرح تسجيلات الوثيقة (5):

التسجيل الخاص بـ (N_2):

ـ هو كمون بعد مشبكي منبه (كمون عمل أحدي الطور).

ـ الجزء الصاعد هو زوال الإستقطاب والجزء النازل هو عودة الإستقطاب.

ـ التسجيل الخاص بـ (N_3):

ـ التسجيل هو كمون بعد مشبكي مثبط متمثل في حالة فرط إستقطاب ثم العودة إلى حالة الإستقطاب العادي.

ب ـ تحديد أي العصبونين مرتبط بهذه العضلة :

ـ العصبون المتصل بالعضلة الباسطة هو العصبون (N_3).

التعليل: لأنه لم تتولد فيه سيالة عصبية (عدم تسجيل كمون عمل) بل تسجيل فرط إستقطاب مما يؤدي إلى بقاء هذه العضلة في حالة إنبساط.

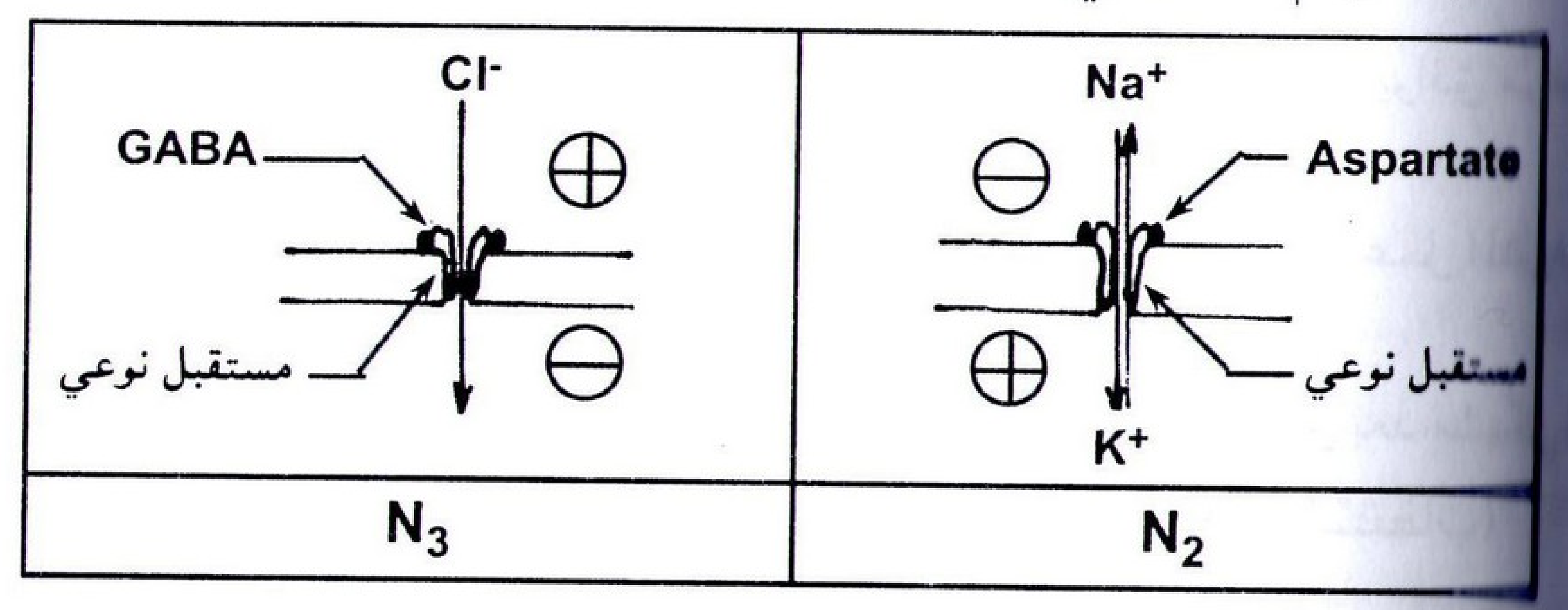
2 ـ أ ـ تحديد دور كل من المبلغين العصبيين GABA و Aspartate :

GABA : ـ هذا المبلغ هو مثبط لأنه أدى بعد إفرازه في الشق المشبكي إلى تسجيل فرط إستقطاب في غشاء الخلية بعد مشبكية.

ـ الإسبارتات Aspartate :

ـ هذا المبلغ هو منبه لأنه أدى بعد إفرازه في الشق المشبكي إلى تسجيل كمون عمل (توليد سيالة عصبية) في غشاء الخلية بعد مشبكية.

ب ـ الرسم التخطيطي:



إجابة التمرين 9:

1 ـ أ ـ التحليل المقارن :

المرحلة 1 [الحالة العادية] : توزع متباين لشوارد الـ Na^+ والـ K^+ على جانبي الغشاء.

مقارنة 2 و 1 : نلاحظ أنه بغياب شوارد k^+ من الوسط الخارجي توزع متماثل تقريبا للشوارد على جانبي الغشاء (يحدث ميز للشاردتين) أي غياب فرق التركيز بغياب K^+.

مقارنة 3 و 1 : فرق التركيز على جانبي الغشاء يتطلب طاقة على شكل ATP.

مقارنة 4 و 1 : فرق التركيز على جانبي الغشاء يتطلب نشاط أنزيمي.

الإستنتاج: للمحافظة على فرق التركيز على جانبي الغشاء يتطلب طاقة على شكل ATP ونشاط أنزيمي يتمثل ببروتينات ناقلة فهو نقل فعال يتطلب حيوية الغشاء.

ب ـ رسم كمون الراحة (راجع التمرين 27).

2 ـ أ ـ العنوان: منحنى كمون عمل وحيد الطور حصلنا عليه بتنبيه فعال إبتداء من كمون الراحة.

تسمية الأجزاء: أ ـ لحظة التنبيه. أ ب ـ زمن الكمون (الزمن الضائع). ب ج: زوال وانعكاس الإستقطاب. جـ د ـ عودة الإستقطاب. د هـ ـ فرط إستقطاب والعودة إلى كمون الراحة.

ب ـ موضع مسربي الإستقبال: ـ المجهري داخل المحور العملاق والمرجعي في الخارج.

جـ ـ توزع الشحنات:

(1) الخارج: + + + + ، الداخل: - - - -
(2) الخارج: + + - - ، الداخل: - - + +
(3) الخارج: - - - - ، الداخل: + + + +
(4) الخارج: - - + + ، الداخل: + + - -

د ـ المرحلة هي: ب جـ (زوال وانعكاس الإستقطاب)

التعليل: وجود شوارد Na^+ و K^+ بكثرة في الوسط الداخلي وهذا يوافق مرحلة زوال الإستقطاب.

ـ إنفتاح قنوات الـ Na^+ المرتبطة بالفولطية وانغلاق قنوات الـ K^+ وعمل المضخة البطيء.

3 ـ أ ـ التسجيل 1 : كمون بعد مشبكي منشط PPSE (كمون عمل بعد مشبكي)

التسجيل 2 : كمون بعد مشبكي مثبط PPSI (فرط في الإستقطاب)

ب ـ α ـ تحليل نتائج الجدول:

ـ حقن الأسبارتات: ـ في ف1: ـ يحدث إستجابة في الغشاء بعد مشبكي.

في ف2 لا يحدث إستجابة.

ـ حقن GABA: ـ في ف1: ـ لايحدث إستجابة.

في ف2 حدوث إستجابة متمثله في فرط إستقطاب.

ـ حقن حمض الفالوبروئيك: ـ بدون تنبيه: عدم حدوث إستجابة لا في ف1 ولا في ف2.

بعد التنبيه: عدم حدوث إستجابة في ف1 وحدوث فرط إستقطاب في العنصر البعد مشبكي لـ ف2.

حقن بيكروتوكسين: ـ عدم حدوث إستجابة سواء بوجود أو غياب التنبيه.

الإستنتاج: دور كل مادة يتمثل في:

الأسبارتات : ـ وسيط كيميائي منشط.

GABA : ـ وسيط كيميائي مثبط.

الفالوبروئيك والبكروتوكسين مواد تعيق إنتقال السيالة العصبية وليست وسائط كيميائية.

β ـ الفرضيات:

الفالوبروئيك: ـ قد يمنع تحرير الوسيط الكيميائي.

ـ يتثبت على المستقبلات الغشائية البعد مشبكية.

ـ منع فتح قنوات الـ Na^+ المرتبطة بالفولطية.

البيكروتوكسين: ـ تأثير مباشر على الوسيط المحرر إذ يمنعه من التثبيت على المستقبلات الغشائية في ف1 و ف2.

٧ ـ أنماط المشابك: ف1 مشبك منشط.

ف2 مشبك مثبط.

٨ ـ ع1 : تستجيب ← لأنه عند التنبيه تنتقل السيالة عبر المشبك المنشط.

ع2 : لاتستجيب ← لأنه عند التنبيه لاتنتقل السيالة عبر المشبك المثبط.

٩ ـ خلاصة علمية حول دور بروتينات الغشاء الهيولي في آليات التعاون الخلوي لضمان التنسيق الوظيفي للعضوية:.

ـ جميع خلايا الجسم محاطة بغشاء هيولي يحوي بروتينات وحركية هذه البروتينات يكسبها بنية فسيفسائية مائعة (يحوي الغشاء إضافة إلى البروتينات فوسفوليبيدات وجذور سكرية).

ـ بواسطة البروتينات الغشائية يمكن للخلية أن تتعرف على المواد الملامسة لها فتقوم بالتهامها وامتصاصها كحالة الكريات الدموية البيضاء البالعة، وتستطيع تقديم محدد مولد الضد على غشائها مرفوقا بنظام الـ CMH (بروتين غشائي) ليتعرف على غرابته الخلايا اللمفاوية بواسطة مستقبلاتها الغشائية ذات الطبيعة البروتينية. ثم تنشط هذه الخلايا اللمفاوية عند ملامستها لوسائط كيميائية فتظهر على غشائها مستقبلات غشائية نوعية، وهذا التعاون يحدث بفضل تخصص الغشاء للقضاء على مولد الضد.

ـ بواسطة بروتينات الغشاء يمكن تشكيل إينوفورات وقنوات مرتبطة بالفولطية ومضخة الشوارد ... ليكون الغشاء مستقطبا (كمون الراحة) وتشكيل كمون العمل الذي ينتشر على طول العصبونات لتنتقل عبر المشابك لوجود مستقبلات غشائية بعد مشبكية لتصل السيالةالعصبية إلى أعضاء التنفيذ للقيام بوظيفة تنسيقية معينة كحركة العضلات أو إفراز غدة ... .

إجابة التمرين 10:

1 ـ أ ـ نوع القناة: كيميائية. التعليل: لاتفتح إلا في وجود مادة كيميائية الـ: GABA

ب ـ الشرح: تتثبت مادة GABA على الموقع النوعي لها بالمستقبل الغشائي على مستوى الغشاء بعد المشبكي وهذا مايؤدي لفتح قناة تسمح بدخول شوارد الكلور.

جـ ـ الشوارد: الكلور، التغير: تزيد في الوسط الداخلي (تدخل بالميز).

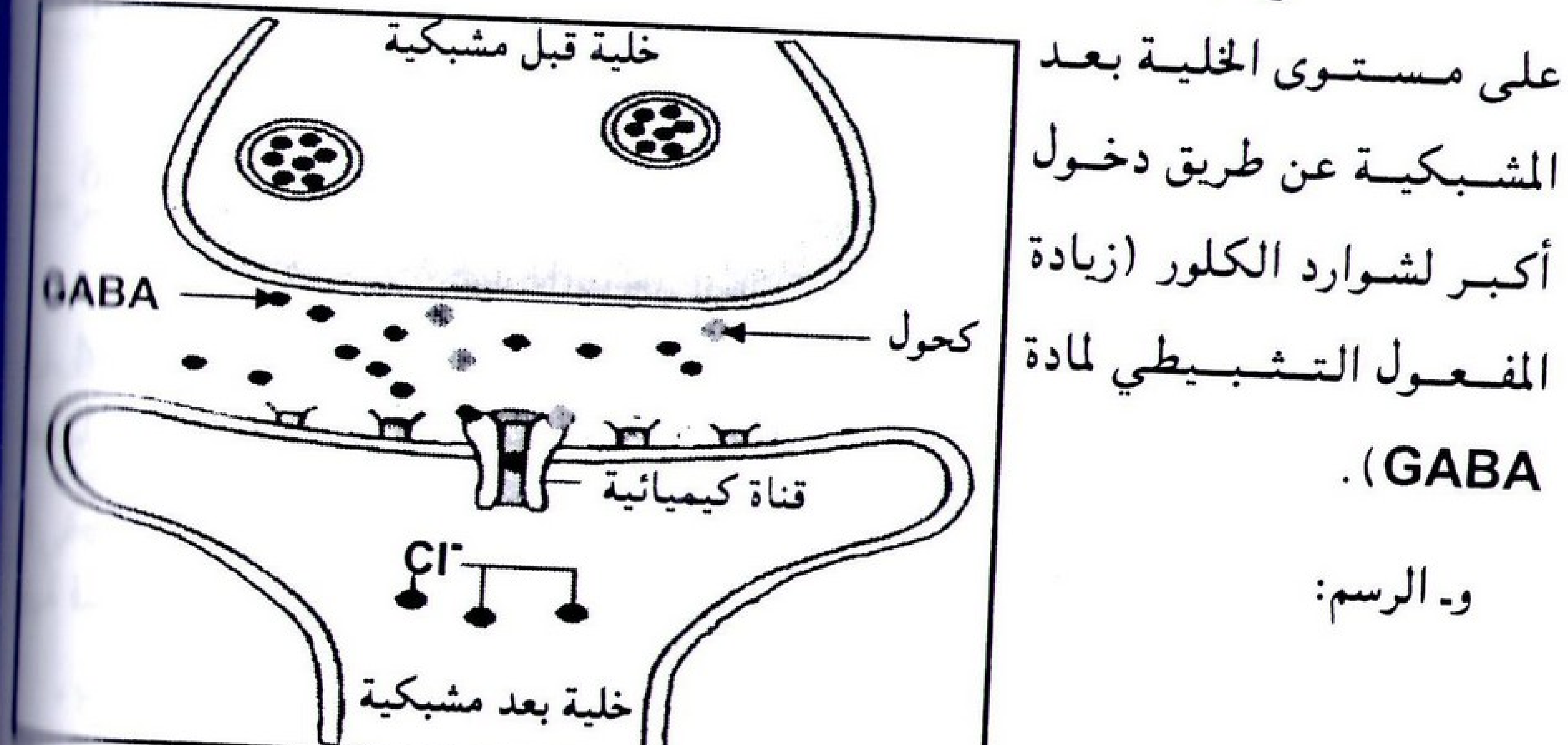
2 ـ 1 ـ التفسير: يحتوي مستقبل على موقع نوعي خاص لتثبيت الكحول.

2 ـ التحليل: تثبيت الكحول على موقعه النوعي بالمستقبل يسمح بإتساع قناة إدخال الكلور مما يسمح بزيادة حركة هذه الشوارد.

هـ - 1 - طبيعة المشبك: مثبط (الـ GABA مادة مثبطة)

2 - الشرح: إضافة الكحول لل GABA تسمح بزيادة فرط الإستقطاب المسجل على مستوى الخلية بعد المشبكية عن طريق دخول أكبر لشوارد الكلور (زيادة المفعول التثبيطي لمادة GABA).

و- الرسم:



رسم وظيفي لعمل مشبك ذو GABA متأثر بالكحول

إجابة التمرين 11:

1 - أ - يمثل المنحنى تغيرات الكمون الغشائي بدلالة تركيز K^+ داخل الليف.

من 0 - 100 ملي مول/ل : - تزايد سريع في الكمون الغشائي.

من 100 - 400 ملي مول/ل : - تزايد بطيء في الكمون الغشائي ليبلغ 60- ملي فولط

من 400 ملي مول/ل فما فوق : - يتثبت قيمة الكمون عند 60- ملي فولط.

ب - منشأ كمون الراحة يتمثل في الفرق بين تركيز الـ $[K^+]$ داخل الليف وخارجه لذا يطلق على كمون الراحة بكمون الـ K^+.

2 - أ - تحليل وتفسير التسجيلات A ، B و C.

التسجيل A: بعد مرور زمن ضائع قصير نلاحظ حركة الشوارد نحو الداخل (تيار داخلي) هذه الحركة الشاردية الداخلية لايمكن أن تكون لشوارد الـ K^+ المثبطة بمادة TEA ومنه فهي إذا حركة شوارد الـ Na^+ الداخلة للمحور.

التسجيل B: بعد مرور زمن ضائع أطول نلاحظ حركة الشوارد نحو الخارج (تيار خارجي) وهذه الحركة الشاردية لايمكن أن تكون لشوارد الـ Na^+ المثبطة لوجود مادة TTX ومنه فهي إذا حركة شوارد الـ K^+ الخارجة من المحور.

التسجيل C: في غياب المادتين TEA و TTX تبقى قنوات الـ Na^+ والـ K^+

مثبطة حيث نلاحظ تيار داخلي لشوارد الـ Na^+ وتيار خارجي لشوارد الـ K^+ ودامت لفترة زمنية أطول هذه الأخيرة.

ب - نعم: - حيث زوال الإستقطاب: ينجم عن إنفتاح قنوات الـ Na^+ فدخول سريع ومكثف لشوارد Na^+ يؤدي إلى زوال وإنعكاس الإستقطاب.

عودة الإستقطاب: تنفتح قنوات الـ K^+ فخروج الـ K^+ بكميات أقل ولفترة زمنية أطول مسببة عودة الإستقطاب واستمرارية خروج شوارد الـ K^+ يسبب فرط الإستقطاب.

3 - أ - بما أن تثبيط GABA أدى إلى ظهور أعراض القلق فهذا يدل على أن GABA يمارس طبيا فعل مهدئ (يوقف إنتقال السيالة العصبية).

ب - α - التسجيل 1 : كمون عمل وحيد الطور حصلنا عليه بتنبيه فعال إبتداء من كمون الراحة والتسجيل 2 : - فرط إستقطاب.

β_1 : نلاحظ من تسجيلات الوثيقة (4): كلما زادت كمية GABA زاد فرط الإستقطاب بين السطح والداخل ومنه نستنتج أن مادة GABA مادة تولد فرط الإستقطاب.

β_2 : دور GABA في الحالة الكهربائية لـ ع$_3$: - هو عبارة عن وسيط كيميائي طبيعي يمنع توليد سيالة عصبية (مادة مثبطة).

٧ - التسجيلات المتحصل عليها في O_1 ، O_2 ، O_4 عند التنبيه في ع$_1$ بـ ت$_1$:

في O_1 كمون عمل أحادي الطور.

في O_2 عدم وجودكمون عمل.

في O_4 كمون عمل أحادي الطور.

٨ - دور الوسيطين: النهاية العصبية ع$_1$ تفرز وسيط منبه وهو ACH بينما النهاية ع$_2$ تفرز وسيط مثبط (كابح) هو GABA يولد فرط إستقطاب إذا السيالة العصبية تخضع لوسيط منشط وآخر مثبط لاحداث توازن في العضوية.

- التسجيل (ص) لتنبيهين ت$_1$ ، ت$_2$ في آن واحد.

التعليل: لأن مفعول الوسيط الكابح يلغي مفعول الوسيط المنشط (المنبه)، لأنه مجموع مفعول الوسيطين لاتصل إلى عتبة توليد كمون العمل.

ه - من خلال النتائج يلاحظ:

أن GABA يعمل على إنفتاح قنوات خاصة لدخول شوارد الكلور Cl^- هذا الدخول يؤدي إلى فرط الإستقطاب.

- Valium يقوي عمل الـ GABA إذا يرفع من نفاذية الغشاء لشوارد الـ Cl^- مؤديا

إلي الإفراط في الإستقطاب وذلك بزيادة عدد القنوات المفتوحة الخاصة بال Cl^- ولمدة أطول.

ـ نعم قدمت هذه النتائج تفسيرا للتسجيل **2** من الوثيقة **(3)** أي أن الإفراط في الإستقطاب سببه زيادة في نفاذية شوارد الـ Cl^- عبر القنوات المتعلقة بالفولطية وتزداد عدد القنوات المفتوحة بازدياد كمية **GABA** المحقونة.

4 ـ أنواع المشابك حسب التبليغ:
- مشابك ذات تبليغ كيميائي
- مشابك ذات تبليغ كهربائي

	المشبك الكيميائي	المشبك الكهربائي
(1)	الحيز المشبكي واسع	الحيز المشبكي ضيق
(2)	وجود وسيط كيميائي	عدم وجود الوسيط
(3)	تنتقل السيالة بالوسيط الكيميائي	تنتقل السيالة العصبية مباشرة عبر القنوات
(4)	السرعة بطيئة	السرعة كبيرة (أسرع)
(5)	يؤدي عمل منبه ومثبط	يؤدي عمل منبه فقط

إجابة التمرين 12:

1 ـ أ ـ الترتيب: هي مرتبة أي: أ ← ب ← جـ ← د ← هـ

ب ـ

موقع تثبيت الأستيل كولين
أستيل كولين
عدم دخول Na^+
دخول Na^+
دخول Na^+

جـ ـ أ ـ وصول موجة زوال الإستقطاب إلي نهاية العنصر القبل مشبكي.

ب ـ فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية فدخول الكالسيوم إلى هيولى العنصر القبل مشبكي.

جـ ـ تحرير الوسيط الكيميائي (المبلغ العصبي) وهو الأستيل كولين من قبل العنصر القبل مشبكي في الحيز المشبكي.

د ـ تثبيت المبلغ على المستقبلات الغشائية وفتح القنوات المرتبطة بالكيمياء فدخول الـ Na^+ فتشكل كمون عمل على العنصر البعد مشبكي.

هـ ـ تخريب الوسيط حتى لايبقى تأثيره مستمرا وإعادة إمتصاصه من قبل العنصر القبل مشبكي.

2 ـ أ ـ التسجيل في مستوى المشبك **1**: كمون عمل منشط (زوال استقطاب)

التسجيل في مستوى المشبك **2**: كمون مثبط (فرط استقطاب)

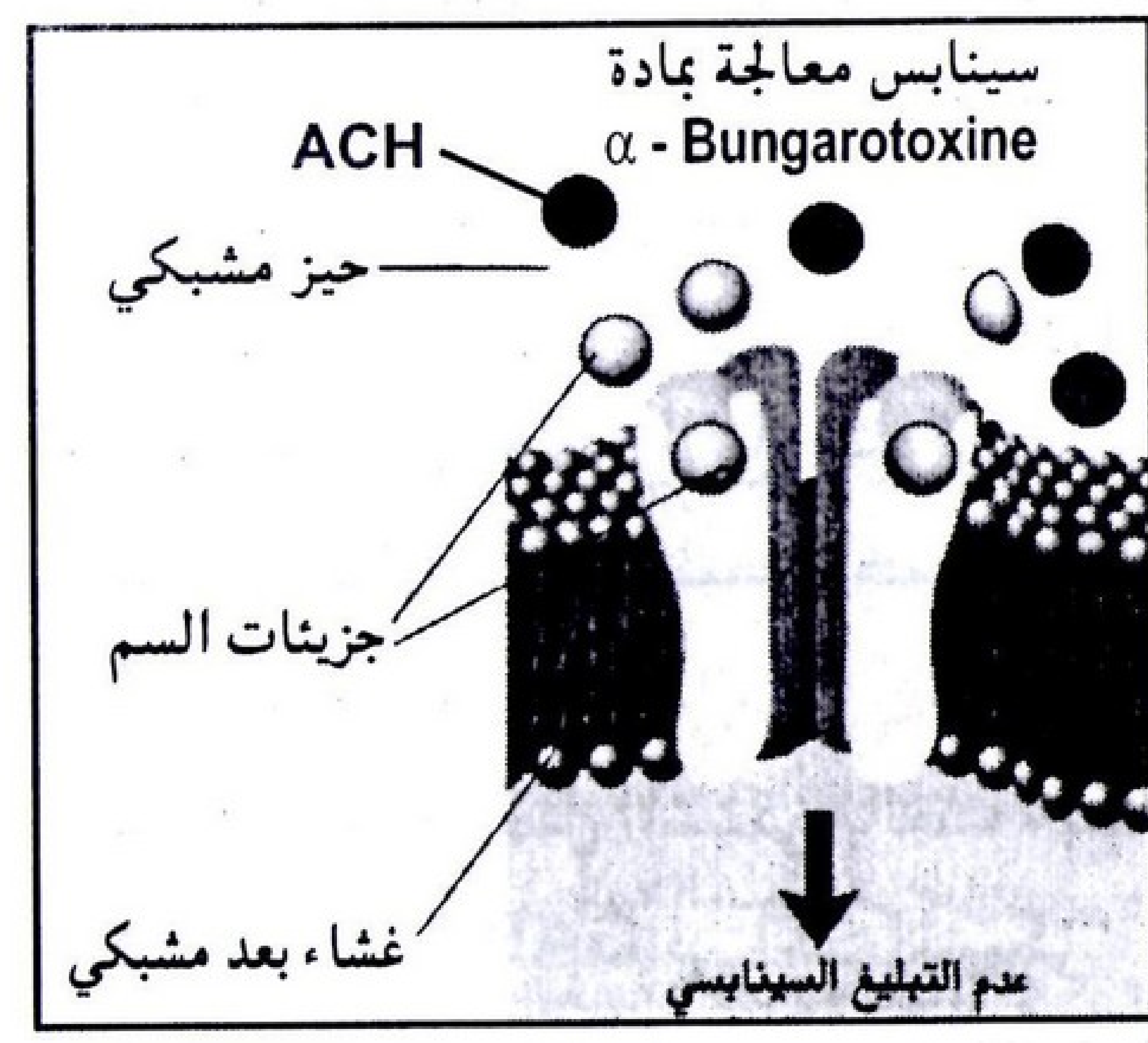
التسجيل في مستوى المشبك **3**: كمون راحة

ب ـ الإختلاف في النتائج سببه إختلاف في تأثير هذه المواد الكيميائية.

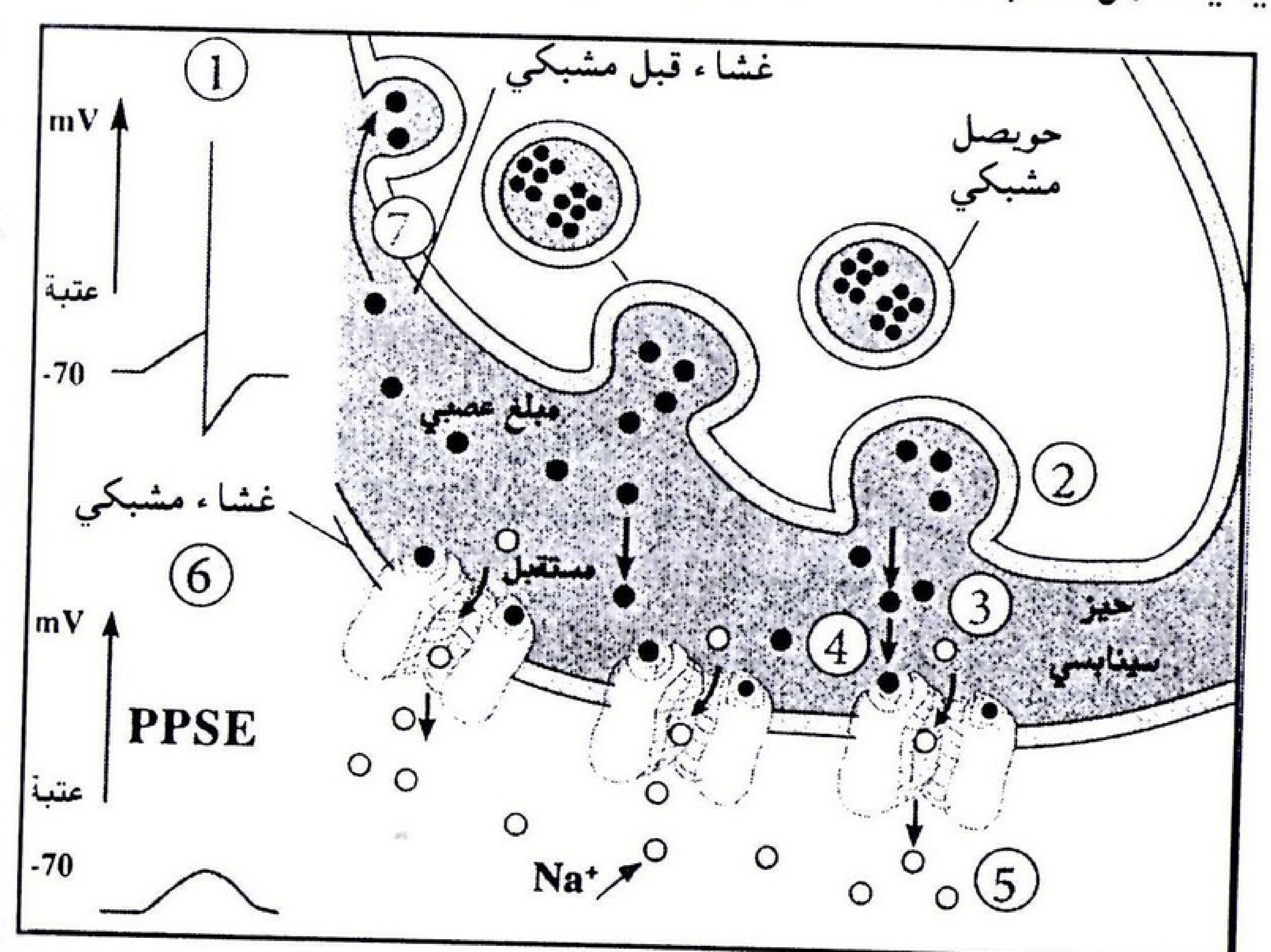
المادة	تأثيرها
الأستيل كولين ACH	تتثبت على مستقبلاتها النوعية الموجودة على غشاء العنصر البعد مشبكي فتفتح القنوات الكيميائية لـ Na^+ دخول الـ Na^+ ← زوال الإستقطاب وانعكاسه.
الـ GABA	بعد أن تفرز تتثبت على مستقبلاتها فتفتح القنوات الكيميائية لـ Cl^- ← دخول الكلور ← فرط الإستقطاب.
α - Bungarotoxine (α - بونغاروتوكسين)	تتثبت على مستقبلات الـ ACH مانعه لها التثبيت ← عدم فتح القنوات ← عدم زوال الإستقطاب ← كمون راحة.

كيفية تأثير α - Bungarotoxine على المشبك:

تتثبت جزيئات هذه المادة السامة على مستقبلات الـ **ACH** نظرا لأن بنيتها تشبه بنية الـ **ACH** مما يمنع تثبيت الـ **ACH** على مستقبلاتها فعدم إنفتاح القنوات فعدم تشكل كمون عمل بعد مشبكي.



كيفية عمل مشبك منشط: (كيفية تأثير الـ ACH على مستوى المشبك)



1) وصول موجة زوال الإستقطاب.

2) إلتحام الحويصل المشبكي بالغشاء بعد دخول الكالسيوم Ca^{++} عبر قنواتها الفولطية

3) تحرير الـ ACH.

4) تثبيت الـ ACH على المستقبلات النوعية.

5) إنفتاح القنوات المرتبطة بالكيمياء الخاصة بالصوديوم ثم الدخول السريع والمكثف للصوديوم إلى داخل العنصر القبل مشبكي.

6 ـ تكوين كمون عمل بعد مشبكي منشط PPSE.

7 ـ إعادة إمتصاص مكونات الـ ACH (بعد تخريبه بأنزيم الأستيل كولين أستيريز) من قبل العنصر القبل مشبكي.

كيفية عمل مشبك مثبط: (كيفية تأثير الـ GABA على مستوى المشبك)

1) وصول كمون العمل.

2) إلتحام الحويصل المشبكي بالغشاء بعد دخول الـ Ca^{++} عبر قنواتها الفولطية.

3) تحرير الـ GABA في الحيز المشبكي.

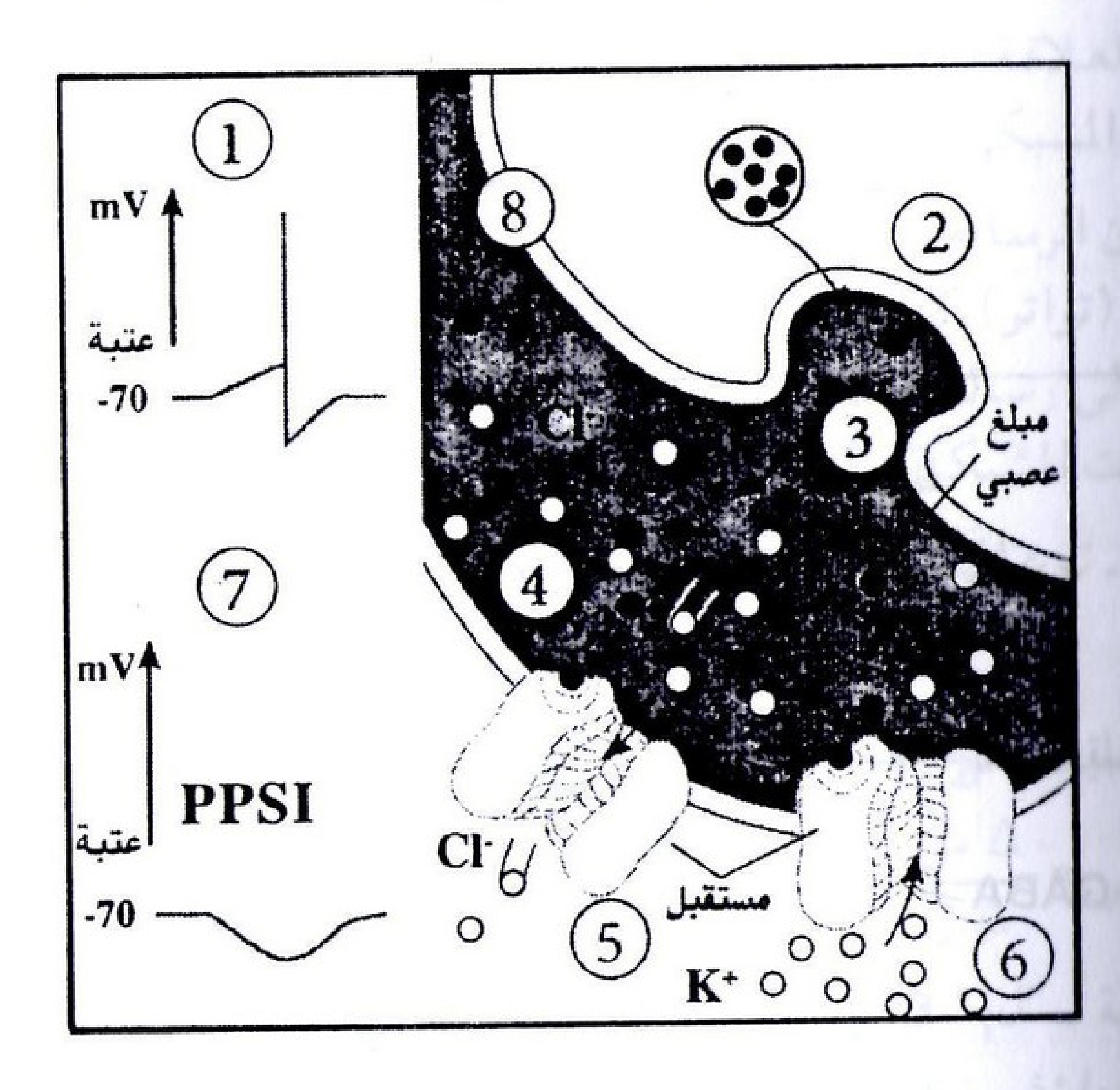
4) تثبيت الـ GABA على مستقبلاتها الموجودة على العنصر البعد مشبكي.

5) فتح قنوات الـ Cl^{-} المرتبطة بالكيمياء ودخول الكلور.

6 ـ إنفتاح قنوات الـ K^{+} فخروج الـ K^{+}.

7 ـ ظهور فرط إستقطاب يترجم بكمون بعد مشبكي مثبط PPSI.

8 ـ إعادة إمتصاص العناصر الناتجة من تفكيك الـ GABA.



إجابة التمرين 13:

1 ـ طبيعة المشابك مع التعليل:

• **طبيعة المشبك (1)**: المشبك مثبط.

التعليل: ظهور فرط في الإستقطاب.

• **طبيعة المشبك (2)**: المشبك تنبيهي.

التعليل: تشكل كمون PPSE فوق العتبة أدى تشكيل كمون عمل.

• **طبيعة المشبك (3)**: المشبك تنبيهي.

التعليل: لظهور الكمون الغشائي بعد المشبكي، لكن دون العتبة.

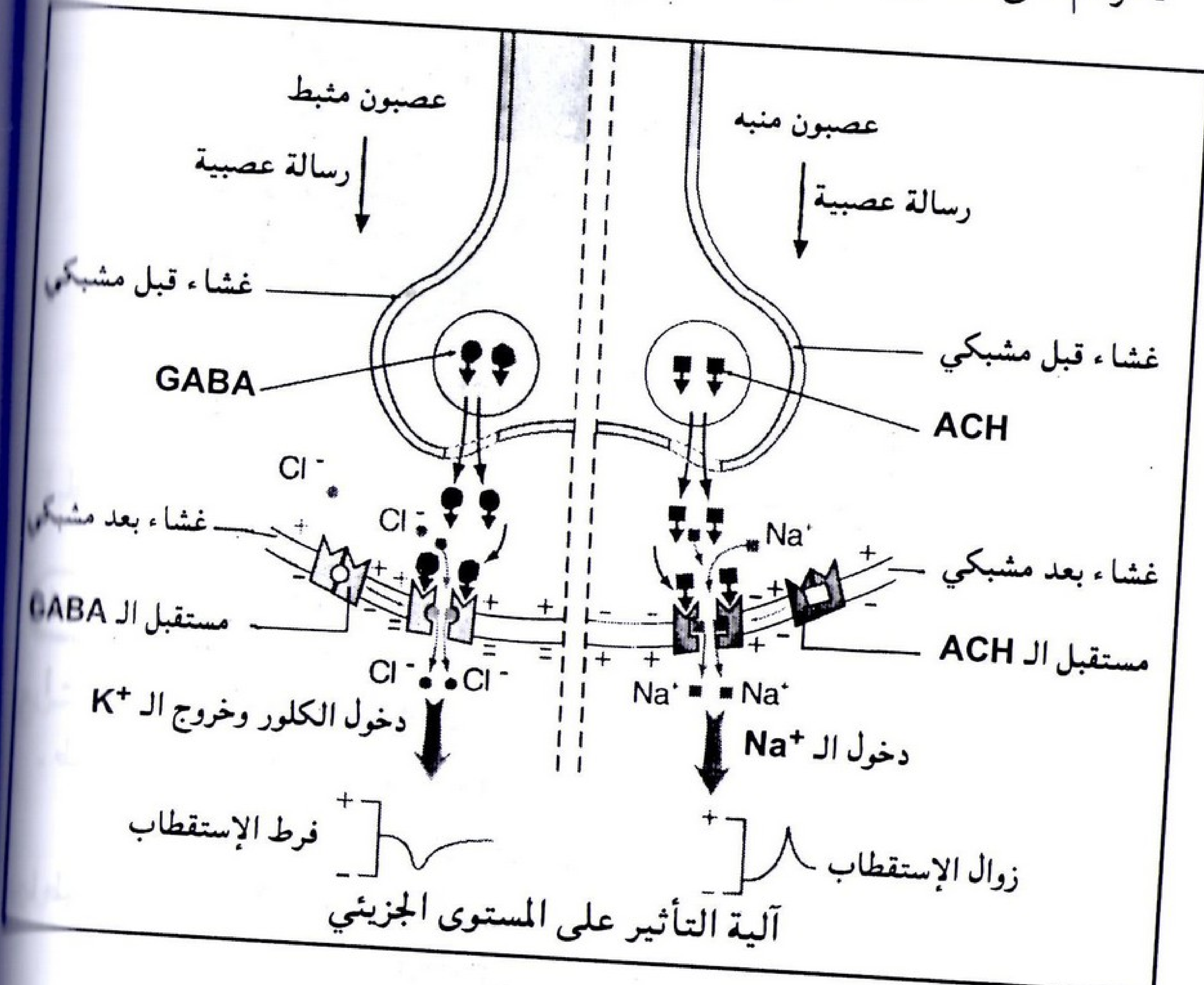
2 ـ التفسير:

• عند التنبيه في ت1 ، ت2 : الكمون الغشائي المتشكل على مستوى العصبون المحرك هو محصلة لكمونين بعد مشبكيين "منبه ومثبط" الكمون المتشكل محصلته لم تتجاوز عتبة زوال الإستقطاب، لذلك لم يتشكل كمون عمل.

- عند التنبيه في ت1 ، ت2 ، ت3 : الكمون الغشائي المتشكل على مستوى العصبون المحرك، هو محصلة لكمونين بعد مشبكي منبهين وكمون مثبط، الكمون المتشكل تجاوز عتبة زوال الإستقطاب، لذلك تشكل كمون عمل.

II - أ - التوضيح :

- في ت1 : أثر تثبيطي بإفراز مبلغ مثبط مثل الـ GABA.
- وفي ت2 : أثر تنبيهي بإفراز مبلغ منبه مثل الأستيل كولين.
- الرسم على المستوى الجزيئي لآلية التأثير:



آلية التأثير على المستوى الجزيئي

ب - شرح كيف يدمج العصبون الرسالة العصبية:

يعمل العصبون المحرك على إيجاد المحصلة أو القيمة الجبرية للكمونات الغشائية بعد المشبكية المثبطة والكمون أو الكمونات المنبهة، على مستوى المنطقة المولدة، فإذا كانت هذه المحصلة تتجاوز عتبة زوال الإستقطاب، تؤدي إلى تشكل كمون عمل، أما إذا كان أقل من عتبة زوال الإستقطاب فإنه يبقى موضعيا، تتم المحصلة الجبرية إما بتجميع فضائي أو تجميع زمني.

إجابة التمرين 14:

1 - أ - البيانات: (1) كمونات عمل قبل مشبكية (2) حويصل مشبكي (3) عنصر قبل مشبكي (4) حيز مشبكي (5) عنصر بعد مشبكي (6) مبلغ كيميائي عصبي.

ب - العلاقة بين عدد الحويصلات المشبكية المحررة لمحتواها من المبلغ الكيميائي في الحيز المشبكي وتردد كمونات العمل القبل مشبكية طردية.

جـ - إن الرسالة القبل مشبكية وكذلك البعد مشبكية هي رسائل كهربائية مشفرة في تردد (تواتر) كمونات عمل وبالمقابل فإن الرسالة الكهربائية في الحيز المشبكي تتحول إلى رسالة كيميائية مشفرة بتركيز المبلغ الكيميائي العصبي المحرر من الحويصلات المشبكية.

2 - أ - نوع المشبك س : مشبك مثبط

ص : مشبك منشط

ب - الليف "ل2" هو الذي يحقق أكبر سرعة.

جـ - سر = $\frac{\Delta س}{\Delta ز}$

بالنسبة لـ "ل1" Δ س = 15 - 5 = 10 مم

Δ ز = 3 - 1 = 2 ملي ثانية

سر = $\frac{\Delta س}{\Delta ز} = \frac{10}{2}$ = 5 مم / ملي ثانية = 5 م/ثا

بالنسبة لـ "ل2" Δ س = 30 - 10 = 20 مم

Δ ز = 3 - 1 = 2 ملي ثانية

سر = $\frac{\Delta س}{\Delta ز} = \frac{20}{2}$ = 10 م/ثا. نعم إن هذا يؤكد إجابة السؤال ب.

3 - أ - الحويصلات A : ينتقل الصوديوم المشع إلى الداخل وذلك بوجود التنبيه فقط وهذا يدل على أن القنوات الغشائية هذه والتي مرت عبرها شوارد الصوديوم هي مرتبطة بالفولطية حيث تنفتح بالتنبيه الفعال ولاتتأثر بالمبلغ العصبي الكيميائي (ACH).

الحويصلات B: ينتقل الصوديوم المشع إلى الداخل بوجود المبلغ العصبي الكيميائي (ACH) وهذا يدل على أن هذه القنوات الغشائية التي مرت عبرها شوارد الصوديوم هي قنوات مرتبطة بالكيمياء حيث تفتح فقط عند وجود وتثبيت المبلغ العصبي عليها فقط.

ب ـ الكورار مادة سامة لها نهايتين كل واحدة بنيتها تشبه بنية الأستيل كولين فيتثبت على مستقبلين للـ ACH مانعة بذلك جزيئات المبلغ العصبي (ACH) من التثبيت على المستقبلات الخاصة بها، فلا تنفتح هذه القنوات المتعلقة بالكيمياء فلا يدخل الصوديوم المشع على مستوى الحويصلات B رغم وجود الـ ACH، أما الحويصلات A فلا تتأثر بالكورار لغياب القنوات المرتبطة بالكيمياء الخاصة بالـ ACH.

إجابة التمرين 15:

أ ـ 1ـ البيانات: (1) غشاء بعد مشبكي (2) غمدشوان (3) هيولي المحور الأسطواني (4) غشاء قبل مشبكي (5) هيولي الليف العضلي (6) ليف عضلي

2 ـ تستجيب العضلة (الليفة العضلية) إثر تنبيه فعال لليف العصبي المحرك بالتقلص أو ينقل الليف العصبي المحرك السيالة العصبية بالإتجاه النابذ.

أو الليف العصبي المحرك قابل للتنبيه وينقل التنبيه بالإتجاه النابذ نحو الخلية البعد مشبكية.

ب ـ 1 ـ تفسير نتائج التجربة ـ أ ـ : تسجيل كمون عمل في الخلية بعد مشبكية نتيجة حقن الأستيل كولين في الشق المشبكي يدل على :

- أن هذا المشبك كيميائي.
- المبلغ الكيميائي في هذا المشبك هو الأستيل كولين (مبلغ منبه)
- يؤثر المبلغ الكيميائي المعني على الخلية بعد مشبكية لاحتوائها على مستقبلات غشائية عبارة عن قنوات مبوبة كيميائيا ...

2 ـ الإستنتاج : الكورار يمنع إنتقال السيالة العصبية (النبأ) من الخلية القبل مشبكية إلي الخلية البعد مشبكية.

3 ـ الأستيل كولين لايؤثر إلا على مستوى الحيز المشبكي.

4 ـ المعلومات الإضافية المستنتجة أن:

ـ الأستيل كولين يؤثر على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي وليس على مستوى الهيولي، لوجود المستقبلات (القنوات المبوبة كيميائيا).

ـ حتى يعمل الأستيل كولين يجب أن يتثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة به.

5 .

عصبون قبل مشبكي
سيالة عصبية
أستيل كولين
جزيء كورار
ليف عصبي
مستقبل أستيل كولين
إعاقة عمل الأستيل كولين

6 . نعم حدوث الشلل يعود إلي تثبيت جزيئات الكورار على القنوات الغشائية المرتبطة بالكيمياء منافسة في ذلك جزيئات الأستيل كولين وبالتالي تمنع إنتقال النبأ إلى الخلية البعد مشبكية فيصاب الحيوان بالشلل.

إجابة التمرين 16:

أ. تختلف هذه الألياف عن بعضها من حيث: ـ القطر (سميكة ورفيعة)

ـ البنية (ذات نخاعين وعديم النخاعين)

ب . 1 ـ إن للمورفين تأثير على الكمونات المثلة و المسؤولة عن الشعور بالألم المتأخر خاصة فهو يعمل على إلغائها.

الإستنتاج: المورفين يعمل على إلغاء الكمونات المسؤولة عن الألم فعدم الإحساس بالألم.

2 ـ السيالة العصبية لاتصل إلى المراكز العصبية بنفس السرعة، هناك إختلاف في سرعة وصولها ويتعلق ذلك بنوع الألياف المشكلة للعصب.

الفرضيات: ـ تنتقل السيالة العصبية أسرع كلما كان قطر الليف أكبر.

ـ تنتقل السيالة العصبية أسرع بوجود مادة النخاعين.

جـ ـ 1 ـ نلاحظ من الجدول أن سرعة السيالة العصبية تزداد بازدياد قطر الليف العصبي ونوع الليف.

الإستنتاج: ـ سرعة السيالة العصبية مرتبطة بقطر الليف العصبي ذو النخاعين ونوع الليف هل هو نخاعيني أو عديم النخاعين.

2 . نعم أن هذه النتائج تسمح بالتحقق من الفرضية السابقة.

3 . تستخدم للتخفيف من الألم عند بعض المرضى.

د - 1 - المشبك ف (1 - 2)... مثبط لأنه عند تنبيه الليف 2 نسجل عدم الإحساس بالألم.

- المشبك ف (1 - 3)... منبه لأنه عند تنبيه الليف 1 نسجل الإحساس بالألم.

2 - المادة P عبارة عن مبلغ عصبي كيميائي للمشبك المنبه ف (1 - 3) المسؤول عن الإحساس بالألم في حين الأنكيفالين مبلغ كيميائي للمشبك المثبط ف (1 - 2) والتي تثبط عمل المشبك السابق.

3 - نستنتج من مقارنة نتائج التجربتين (2 و 3) أن للمورفين نفس تأثير الأنكيفالين.

4 - الفرضيات: المورفين يعيق عمل المبلغ الكيميائي عن طريق:

- المورفين ينشط إفراز الأنكيفالين.
- المورفين يمنع تحلل الأنكيفالين.
- المورفين يعمل عمل الأنكيفالين.
- يتثبت المورفين على مستقبلات الأنكيفالين.

هـ - 1 - نعم تتفق مع الفرضية الرابعة حيث أن المورفين يتثبت على المستقبل الغشائي الخاص بالمبلغ الكيميائي وبالتالي يمنع تثبيته.

2 - التسجيل (أ) في غياب المورفين:

- إحساس بالألم الخاطف نتيجة إنتقال سيالة عصبية إلى المركز العصبي بواسطة الألياف الكبيرة القطر. أما الإحساس بالألم المتأخر نتيجة تحرير المبلغ الكيميائي في المشبك العصبي - العصبي وتثبيته علي مستقبلات الغشاء بعد مشبكي.

- أما التسجيل (ب) في وجود المورفين: نسجل الألم الخاطف فقط نتيجة إنتقال السيالة العصبية إلى المركز العصبي عن طريق الألياف الكبيرة القطر، أما الألم المتأخر لايسجل نتيجة تثبيت المورفين على مستقبلات المبلغ الكيميائي في المشبك العصبي - العصبي الموجود في المادة الرمادية للنخاع الشوكي وبالتالي لاتنتقل السيالة العصبية إلى الدماغ.

إجابة التمرين 17:

1 - دور راسم الإهتزاز المهبطي: - يمكن من دراسة الظواهر الكهربائية لغشاء الليف ومشاهدتها.

- لايمكن الإستغناء عن المضخم لأن الكمونات الغشائية من رتبة الميلي فولط، وهذا يتطلب تضخيمها حتى يتسنى تسجيلها بوضوح على شاشة راسم الإهتزاز المهبطي.

ب - التغير المشاهد مع التعليل: - كمون راحة. - لأننا تحصلنا على التسجيل دون تنبيه الليف.

جـ - الخاصية هي : الإستقطاب.

2 - العنوان: كمون عمل أحادي الطور.

- التحليل: أ - إشارة بدء التنبيه.   جـ د: عودة الإستقطاب.

- أ ب : زمن الكمون.   د هـ: فرط الإستقطاب.

ب جـ: زوال ثم إنعكاس في الإستقطاب.   هـ و: عودة الليف إلى كمون الراحة.

إجابة التمرين 18:

1 - عندما يكون المسرى م$_1$ على السطح ← فرق الكمون 0 ← تماثل شحنات السطح الخارجي من الليف العصبي.

المسرى م$_2$ داخل هيولي الليف ← فرق الكمون 60- ملي فولط ← إختلاف في الشحنات داخل وخارج الليف (وجود فرق في الكمون).

الإستنتاج: غشاء الليف العصبي يفصل بين شحنات موجبة في الخارج وسالبة في الداخل ← مستقطب.

2 - يمثل الجزء ع كمون عمل أحادي الطور

التعليل: كمون عمل لأنه حصل عليه أثر تنبيه فعال.

أحادي الطور لأنه م$_1$ داخل الليف م$_2$ مرجعي.

3 - تحليل ظاهرة كمون العمل:

أ ب: الزمن الضائع (زمن الكمون)

ب جـ: زوال الإستقطاب

جـ د: إنعكاس الإستقطاب

د هـ و: زوال إنعكاس الإستقطاب وعودة الإستقطاب

و ز: فرط الإستقطاب

ز ح: العودة إلى كمون الراحة

+30
0
- 60

الإستنتاج: يولد التنبيه الفعال موجة زوال إستقطاب.

4 ـ زوال وإنعكاس الإستقطاب نتيجة الدخول السريع والمكثف لشوارد الـ Na^+.

ـ زوال إنعكاس الإستقطاب وعودة الإستقطاب نتيجة خروج شوارد الـ K^+.

ـ فرط الإستقطاب نتيجة إستمرارية خروج شوارد الـ K^+.

ـ العودة إلي كمون الراحة نتيجة عمل المضخة السريع لإعادة فرق التركيز الأصلي

5 ـ طبيعة السيالة العصبية: كهروكيميائية.

II - 1 ـ تحليل المنحنيات: المنحنيات الثلاثة تمثل كمونات عمل أحادية الطور مع وجود إختلاف في سعة هذه الكمونات نتيجة إختلاف في تركيز الشوارد في الوسط الخارجي: ـ كلما نقصت تركيز شوارد الـ Na^+ نقصت سعة كمون العمل.

الإستنتاج: فيما يخص العلاقة بين الكمون الغشائي وتركيز الشوارد في الوسط الخارجي: زوال وانعكاس الإستقطاب يتعلق بشوارد الـ Na^+.

2 ـ الرسم: راجع التمرين 27

إجابة التمرين 19:

1 ـ أ ـ سبب إستعمال ماء البحر: وجود تشابه في التركيب الشاردي بين دم الكالمار وماء البحر.

ب ـ الإشكالية: يفصل الغشاء الهيولي لليف بين وسطين مختلفي التركيز، الوسط الخارجي غني بـ Na^+ وفقير بـ K^+، والوسط الداخلي (الهيولي) غني بـ K^+ وفقير بـ Na^+ يطرح سؤال: لماذا لايحدث ميز لهاتين الشاردتين؟.

جـ ـ الفرضيات المقترحة:

ـ الأولى: أن غشاء الليف غير نفوذ للشاردتين (K^+، Na^+).

ـ الثانية: غشاء الليف نفوذ للشاردتين ولكنه يتدخل بظاهرة حيوية للحفاظ على عدم تساوي التراكيز.

2 ـ أ ـ تظهر التجربة أن الغشاء الهيولي نفوذ لشوارد Na^+.

ب ـ α ـ المعلومة المقدمة مع التعليل: طرح شوارد Na^+ عكس تدرج التركيز يستهلك طاقة على شكل ATP.

• ـ التعليل: إضافة DNP في ز1 (يمنع تشكل الـ ATP) أدى إلى تناقص كمية في تدفق Na^+.

ـ إضافة ATP في ز4 زاد نسبيا في تدفق Na^+.

ـ عودة إنتاج الـ ATP من طرف المحور عند التخلص من DNP في ز6 عمل على عودة تدفق Na^+ إلى حالته الطبيعية.

β ـ الغرض من إستعمال الـ AMP: التأكد من إرتباط التدفق من باستهلاك الطاقة حيث أن الـ AMP مثل الـ ATP إلا أنها فقيرة بالطاقة.

γ ـ نعم تم التحقق من إحدى الفرضيتين.

ـ يتدخل الغشاء بصفة فعالة للحفاظ على إختلاف التوزع الشاردي مما يتطلب إستهلاك طاقة لنقل الشوارد عكس تدرج تراكيزها (نقل فعال).

3 ـ أ ـ تحليل المنحنى :

ـ من التركيز صفر 0 إلى 100 ميلي مول/لتر يزداد الكمون الغشائي بسرعة.

ـ من التركيز 100 ميلي مول/لتر إلى 400 يزداد الكمون الغشائي ببطء ليبلغ (-60) ميلي فولط.

ـ من التركيز 400 ميلي مول/لتر فما فوق يثبت الكمون الغشائي في (-60) ميلي فولط.

ب ـ منشأ الكمون: الكمون الغشائي ناتج عن الإختلاف في التوزع الشاردي المتباين بين داخل وخارج المحور، وهنا ما تؤكده نتائج الوثيقة ـ 4 ـ فكلما زاد فرق تركيز K^+ بين داخل وخارج المحور كلما زادت قيمة الكمون الغشائي إلى حد التركيز الطبيعي 400 ميلي مول/لتر) أي أن كمون الراحة سببه شوارد K^+ لذا يسمى بكمون البوتاسيوم.

4 ـ أ ـ التفسير: ـ (ب جـ) زوال الإستقاب وانعكاسه الذي يفسر بدخول شوارد Na^+:

ـ عند منع دخول Na^+ إنعدم كمون العمل.

ـ عند إنخفاض تركيز Na^+ خارج المحور أثر ذلك على سعة كمون العمل سلبا.

ـ (جـ د) عودة الإستقطاب الذي يفسر بخروج شوارد K^+.

ب ـ التفسير: ـ (د هـ) فرط في الإستقطاب الذي يفسر باستمرار خروج K^+.

ـ (هـ و) عودة الغشاء إلى كمون الراحة الذي يفسر بتدخل مضخة K^+/Na^+، بطرح Na^+ وادخال K^+ عكس تدرج تركيزيهما باستهلاك الطاقة.

إجابة التمرين 20:

1 ـ نوع التنبيه: ميكانيكي (آلي).

2 ـ أ ـ كل خط عمودي يمثل كمون عمل أحادي الطور.

ب ـ نلاحظ إرتفاعا في تردد كمونات العمل من الحالة 1 إلى الحالة 3 مرورا

بالحالة 2، ومن هنا نستنتج أنه كلما تزداد سعة الحركات السريعة المنبهة للزغب كلما إرتفع تردد كمونات العمل على مستوى العصبون المستقبل.

3 - أ - يمثل هذا التسجيل كمونات عمل بعد مشبكية.

ب - تتميز كمونات عمل الحالة 1 بتباعدها وسعتها ضعيفة.

أما كمونات عمل الحالة 2 تتميز بتقاربها الذي أدى إلى إندماج وإرتفاع سعتها.

الإستنتاج: إن التقارب الزمني لكمونات العمل البعد مشبكية ضعيفة يؤدي إلى إندماج وبالتالي الحصول على كمون عمل بعد مشبكي ذو سعة أكبر كما في الحالة 2.

4 - أ - التسجيل المحصل عليه بواسطة O_2 بعد التنبيه الفعال للعصبون B هو فرط إستقطاب.

ب - وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العصبون C.

- دخول شوارد الكالسيوم في هيولي العصبون C من جهة المشبك.

- تحرير المبلغ العصبي GABA وتثبيته على المستقبلات الخاصة به على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

- فتح القنوات المرتبطة بالكيمياء فدخول الـ Cl^- وفتح قنوات البوتاسيوم فخروج البوتاسيوم، فينتج عن ذلك فرط إستقطاب.

جـ - إن العصبون C تثبط (تكبح) نشاط العصبون D.

5 - المشبك بين B و C هو مشبك منشط.

المشبك بين D و C هو مشبك مثبط (كابح).

6 - إن العصبون D يقوم بادماج كمونات العمل البعد مشبكية المنبهة والمثبطة لا ينتج عنه توصيل أو عدم توصيل المعلومات إلي المخ.

إذا وصلت المجموع الجبري لهذه الكمونات عتبة التنبه ⇐ تكوين كمون عمل.

إذا وصلت المجموع الجبري لهذه الكمونات دون العتبة ⇐ عدم تكوين كمون عمل.

إجابة التمرين 21:

1 - التعرف على المشبكين:
- الشكل 1 ⇐ مشبك كيميائي
- الشكل 2 ⇐ مشبك كهربائي

البيانات: 1 - زر مشبكي - 2 - حويصل مشبكي - 3 - خلية بعد مشبكية - 4 - جزيئات المبلغ الكيميائي المفرزة - 5 - غشاء قبل مشبكي - 6 - حويصل مشبكي في حالة إفراز - 7 - قناة كيميائية - 8 - غشاء بعد مشبكي - 9 - ليفات - 10 - هيولي العنصر قبل مشبكي - 11 - ميتوكوندري - 12 - مرور الشوارد عبر قنوات الإتصال - 13 - قنوات الإتصال.

2 - المقارنة :

	المشبك الكيميائي	المشبك الكهربائي
1 - الفراغ المشبكي	يوجد فراغ بين الغشائين القبل والبعد مشبكي	إتصال الغشائين القبل والبعد مشبكي (لايوجد فراغ)
2 - المبلغ الكيميائي	وجود مبلغ كيميائي	غياب المبلغ الكيميائي

الإستنتاج: يوجد إستمرارية بين الغشائين القبل والبعد مشبكي في المشابك الكهربائية عكس المشابك الكيميائية.

3 - أ - المعلومة المستخلصة : ينتقل النبأ من الخلية القبل مشبكية إلى الخلية بعد مشبكية مباشرة عبر قنوات الإتصال التي تربط بين غشاء الخليتين القبل والبعد مشبكية.

ب - أوجه الإختلاف بين المشبكين تكمن في:

بنيوية: إرتباط الغشاء قبل مشبكي بالغشاء بعد مشبكي في المشابك الكهربائية عبر قنوات.

- وجود فراغ مشبكي في المشابك الكيميائية.

وظيفية: - ينتقل النبأ في المشبك الكهربائي بفضل قنوات الإتصال.

- ينتقل النبأ في المشبك الكيميائي عن طريق مبلغ كيميائي.

إجابة التمرين 22:

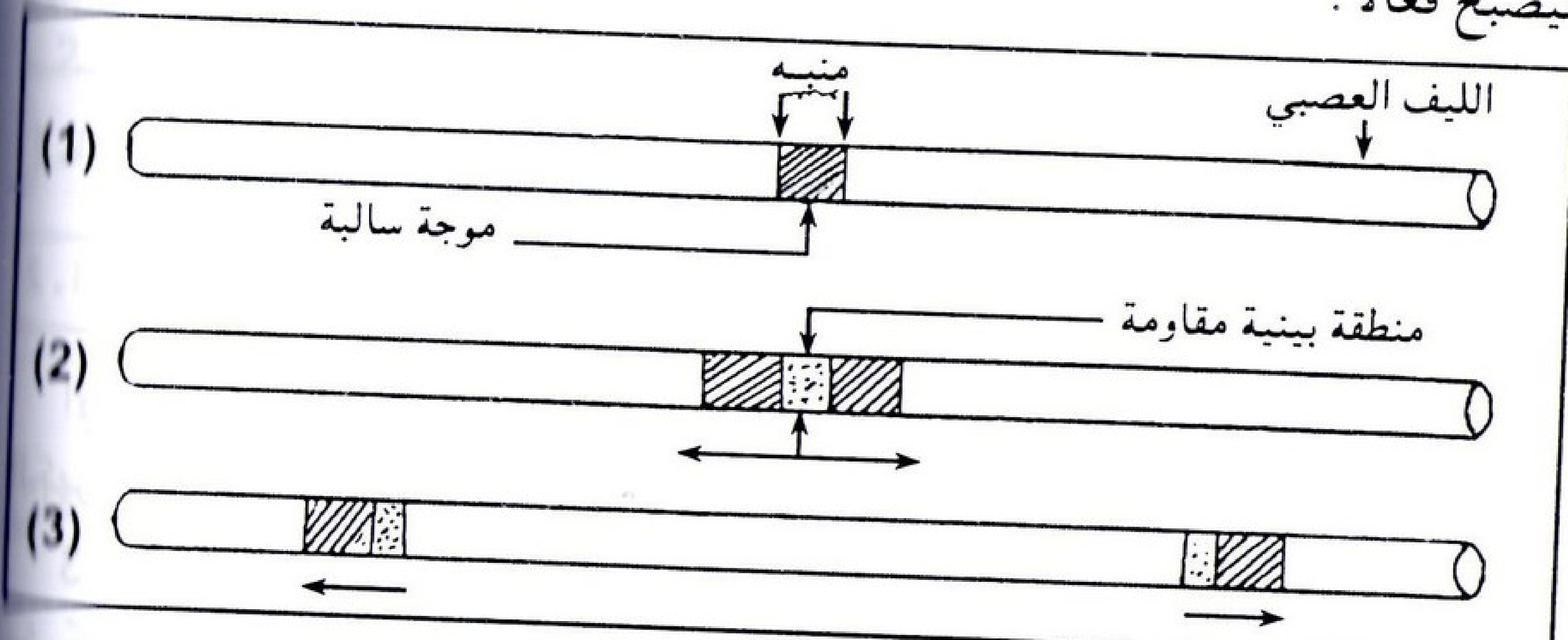
1 - أ - إن كمية الشحنة الكهربائية السالبة (شدة المنبه) الخاصة بكل تنبيه على حدة غير كافية لإثارة كمون العمل، لكن في حالة وقوعها متتابعة ومتقاربة تتجمع الشحنات لمختلف التنبيهات أي تضيف تأثيرها لبعضها البعض لترتقي إلى عتبة التنبه وتعرف هذه الظاهرة بالجمع الزماني **Sommation temporelle**.

ب - يؤدي التنبيه الفعال إلى توليد موجة سالبة.

- بداية إنتشار الموجة السالبة في الإتجاهين المعاكسين مع ظهور منطقة بينية مقاومة محددة الدور المقاوم.

- تتبع المنطقة المقاومة من الخلف موجة إزالة الإستقطاب مانعة إياها من الرجوع إلى الخلف تضمن بذلك تقدمها إلى الأمام.

فبعد تنبيه فعال يصبح الليف خلال مهلة قصيرة غير قابلة للتنبيه على الإطلاق، تعبر هذه الفترة (المهلة) عن الدور المقاوم المطلق لليف الذي يتبعه دور مقاوم نسبي يكون الليف أثناءها أقل تنبيها لذا خلال هذا الدور يجب رفع مدة التنبيه الثاني ليصبح فعالا.



2 - أ - يتميز هذا التسجيل (3) بطورين أساسيين أ، ب يعني هذا التسجيل تغايرا في بنية أو وظيفة الألياف العصبية المكونة لهذا العصب، طورا هذا المنحنى يدل على وجود نوعين من الألياف العصبية على الأقل في هذا العصب:

- ألياف ذات سرعة كبيرة تعبر عنها الجزء "أ" من المخطط الكهروعصبي.
- ألياف ذات سرعة أقل تعبر عنها الجزء "ب" من المخطط الكهروعصبي.

نستخلص أن سرعة التوصيل في الألياف مختلفة حسب نوع الألياف العصبية.

ب - تزودنا هذه المعطيات بـ:

♦ - سرعة السيالة العصبية تتناسب طردا مع قطر الليف النخاعيني حيث:

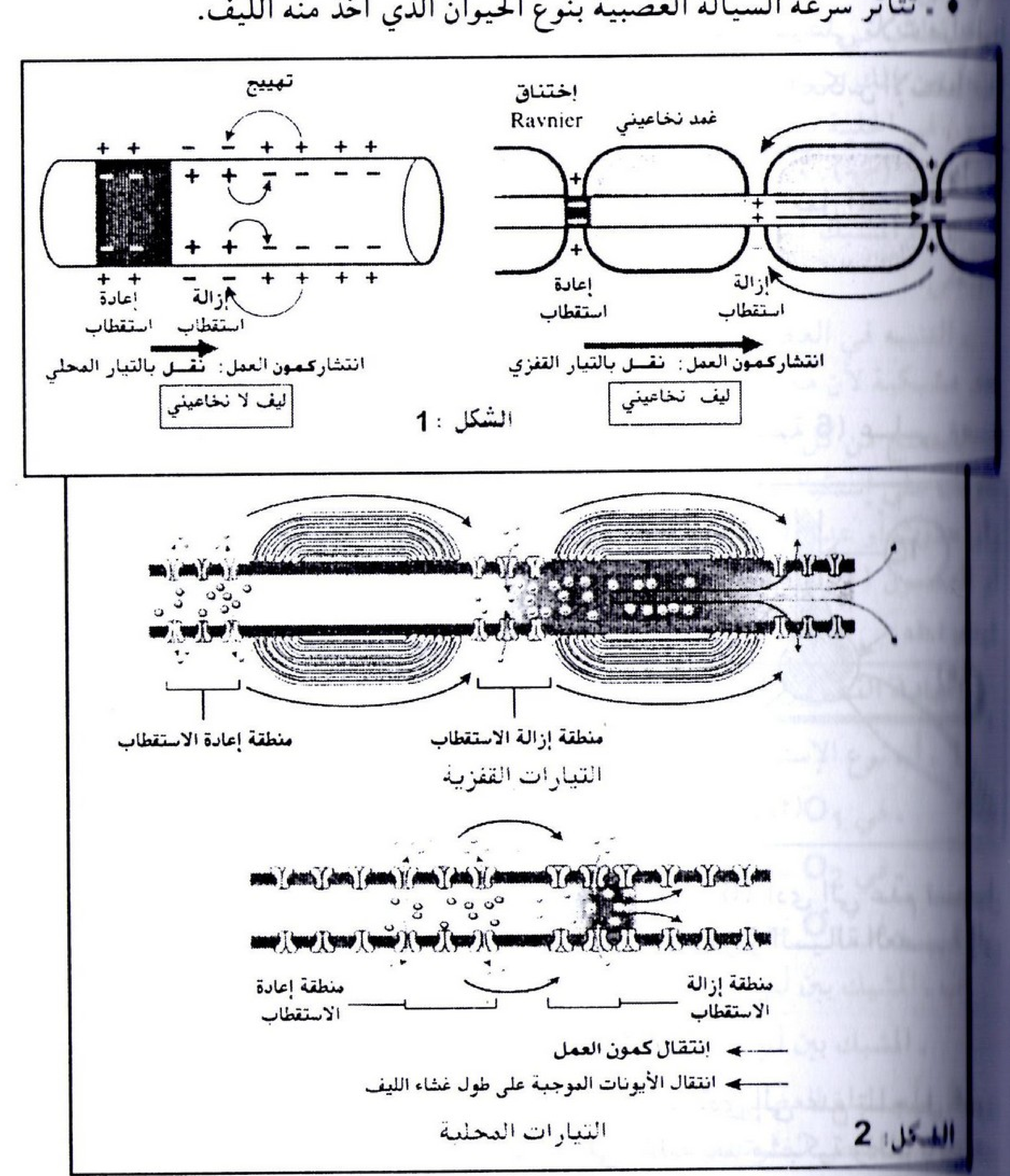
$$1/6 = 2/12 = 5/30 = 10/60 = 20/120$$

أي أن العلاقة بين القطر والسرعة طردية و = 1 قطر / 6 سرعة فيمكننا حساب سرعة السيالة العصبية في ليف نخاعيني آخر إذا علمنا قطرة فمثلا إذا كان قطر ليف آخر هو 12 ملي ميكرون فالسرعة تكون $12 \times 6 = 72$ م ثا$^{-1}$ وهكذا سرعة السيالة كبيرة في الألياف النخاعينية السميكة أكبر من الألياف النخاعينية الرفيعة لأن المسافة بين إختناق رانفير وآخر موالي يتناسب طردا مع قطر الليف ففي الحالة الأولى تكون القفزات طويلة والحالة الثانية قصيرة.

• - سرعة السيالة العصبية في الألياف النخاعينية أكبر من الألياف عديمة النخاعين لأنه في الحالة الأولى يكون الإنتقال بشكل قفزات من إختناق رانفير ولآخر موالي أما في الحالة الثانية فيكون الإنتقال بشكل تيارات محلية تنتقل من نقطة إلى آخرى.

• - سرعة السيالة العصبية تتأثر بدرجة الحرارة وتتضاعف عند رفع درجة الحرارة 10°م في حدود التجربة تقريبا.

• - تتأثر سرعة السيالة العصبية بنوع الحيوان الذي أخذ منه الليف.



• - إختلاف السرعة يدل على أن السيالة العصبية ليست بتيار كهربائي:

- تأثيرها بدرجة الحرارة دلالة على ربط السيالة بظاهرة كيميائية.
- تأثيرها بالمخدرات ودرجات الحرارة القصوى يؤكد بأنها تعتبر ظاهرة بيولوجية (حيوية)
لذا فطبيعة السيالة العصبية هي بيوكيميائية.

3 - أثناء كمون العمل نلاحظ تغير في النفاذية تجاه ايوني الـ Na^+ والـ K^+ وفي تركيزهما داخل المحور.

يبين تحليل هذه المنحنيات أن التغيرات المصاحبة لكمون العمل تتم على ثلاث مراحل:
- دخول مكثف Explosive لا يونات الـ Na^+ فيؤدي إلى زوال وانعكاس الإستقطاب.
- خروج بطيء نسبيا لأيونات الـ K^+ مؤديا إلى عودة الإستقطاب.
- رجوع كل من تركيز الأيونات والنفاذية إلى قيمتها الأصلية بعمل المضخة.

إجابة التمرين 23:

- كيف يعمل المركز العصبي عند الصراصير (العقدة البطنية 6) على دمج المعلومات التي تصله؟.

تحليل تسجيلات الوثيقة (3) :

- التنبيه الفعال للعصب (1) المتصل بالعقدة البطنية (6) أدى إلى تسجيل كمون عمل أحادي الطور، يدل ذلك على إنتقال السيالة العصبية إلى العنصر بعد مشبكي.
- نستنتج أن نوع المشبك هنا هو مشبك تنبيهي.
- التنبيه الفعال للعصب (2) المتصل بالعقدة البطنية (6) أدى إلي عدم تسجيل كمون عمل في العنصر بعد مشبكي، يدل ذلك على عدم مرور السيالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية.
- نستنتج أن نوع المشبك هنا هو مشبك تثبيطي.
- التنبيه الفعال للعصبين (1) ، (2) في نفس الوقت أدى إلى عدم تسجيل كمون عمل يدل ذلك على عدم مرور السيالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية وذلك ناتج عن دمج السيالة العصبية التنبيهية (1) والتثبيطية (2)، فكانت المحصلة الجبرية للإدماج عدم تسجيل كمون عمل [عدم مرور السيالة العصبية].

التأكد من ذلك بالرجوع إلى الوثيقة (4):

- التنبيه في العصب (1) أدى إلي تسجيل كمون عمل في الجهاز ($ج_2$) سعته ≥ العتبة ويمكن التأكد من ذلك بتسجيل كمون عمل في الجهاز ($ج_3$) [منطقة الإدماج العصبي].

..... المشبك (س) : مشبك منشط.

- التنبيه في العصب (2) أدى إلى تسجيل فرط إستقطاب في الجهاز ($ج_2$) ونتج من ذلك عدم تسجيل كمون في الخلية بعد مشبكية في الجهاز ($ج_3$).

..... المشبك (ع): مشبك تثبيطي.

- التنبيه في العصبون (1) ، (2) أدى إلى عدم مرور السيالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية لأن محصلة إدماج التنبيهين < العتبة.

نستنتج من كل هذا أن إستجابة هذه الصراصير إثر التنبيه بتيارات هوائية بسيطة يتوقف على إستقبال هذه التنبيهات بواسطة القرون البطنية المتصلة بالعقدة البطنية (6)، وأن حدوث أو عدم الإستجابة (تكوين كمون عمل) يتوقف على العصب المنبه (1 أو 2) أو العصبون (1، 2) معا ومحصلة الإدماج العصبي للأعصاب التي تم تنبيهها.

إجابة التمرين 24:

1 . أ . نوع الإستجابة في كل جهاز:
- في O_1 نحصل على كمون عمل.
- في O_2 نحصل على كمون بعد مشبكي منبه (PPSE) (منشط).
- في O_3 نحصل على كمون بعد مشبكي مثبط (PPSI).

ب . المشبك بين $ل_1$ و $ل_2$ هو مشبك منبه لأنه حصلنا على PPSE في O_2.
- المشبك بين $ل_3$ و $ل_4$ هو مشبك مثبط لأنه حصلنا على PPSI في O_3.

2 . أ . المبلغ العصبي المتدخل في نقل السيالة العصبية بين العصبونين $ل_1$ و $ل_2$ هو حمض الغلوتاميك لأنه حصلنا على كمون عمل في مستوى O_2.
- المبلغ العصبي المتدخل في بين $ل_3$ و $ل_4$ هو الـ GABA لأنه حصلنا على PPSI على مستوى O_3.

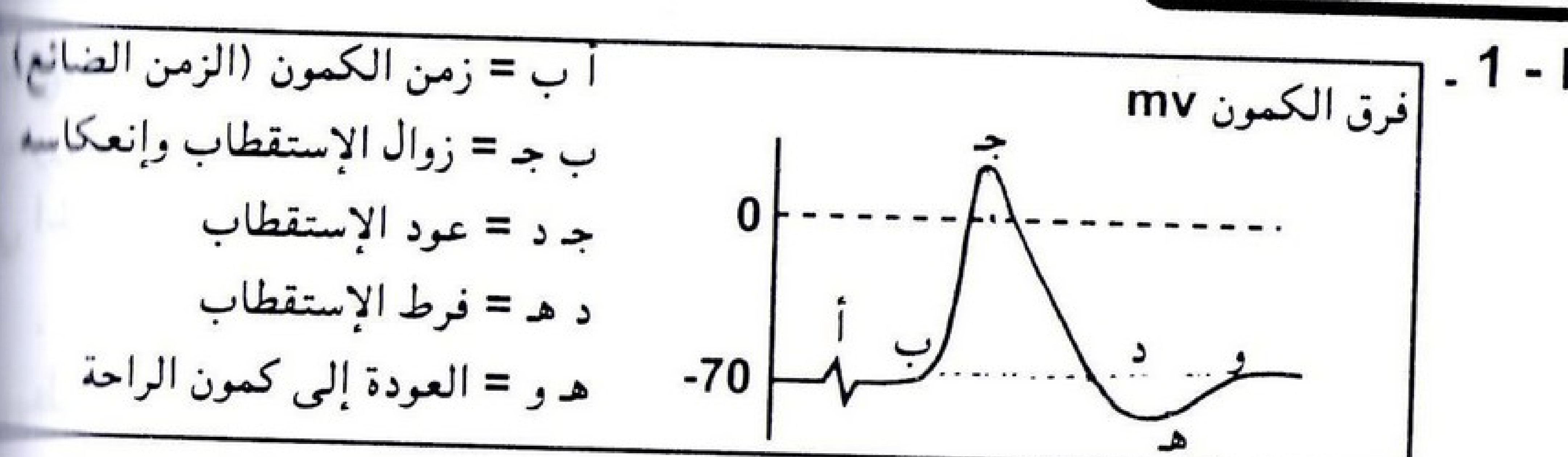
ب ـ غياب فرط الإستقطاب بعد وضع مادة الـ Bicuculline يدل على أن هذه المادة تمنع تأثير الـ GABA إما:

ـ منع تحرير الـ GABA. أو

ـ إحتلاله لمستقبلات الـ GABA على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

إجابة التمرين 25:

I - 1 -



2 ـ ب جـ = زوال إستقطاب وانعكاسه نتيجة دخول شوارد الـ Na^+.

جـ د = عودة إستقطاب نتيجة خروج شوارد الـ K^+.

د هـ = فرط إستقطاب نتيجة إستمرارية خروج شوارد الـ K^+.

هـ و = العودة الى كمون الراحة نتيجة عمل المضخة.

3 ـ المنحنى أ = كمون عمل واحد لنوعي الألياف أي إندماج كمونات عملها نظرا لقرب $ق_1$ من $ن_2$.

المنحنى ب = نظرا لزيادة المسافة $ق_1$ $ن_2$ بدأت تظهر ذروتين لكموني عمل.

2 ـ الذروة الكبيرة تسبق الذروة الصغيرة، لأنها تمثل مجموع كمونات عمل الألياف الأكثر عددا (66,66%) والأسرع ناقلية للسيالة العصبية كونها ذات قطر كبير (14 ميكرون).

المنحنى جـ = زاد الإنفصال بين ذروتي كموني العمل لنوعي الألياف وذلك لبعد المسافة $ق_1$ - $ن_2$ (100 مم).

المنحنى د = يزداد الإنفصال أكثر عن الحالة جـ نظرا لبعد المسافة (150 مم).

4 ـ سرعة إنتشار السيالة في الألياف السريعة (14) ميكرون.

سرعة = Δ س / Δ ز = 100 x 0,001 / 2,5 x 0,001 = 40 م/ثا

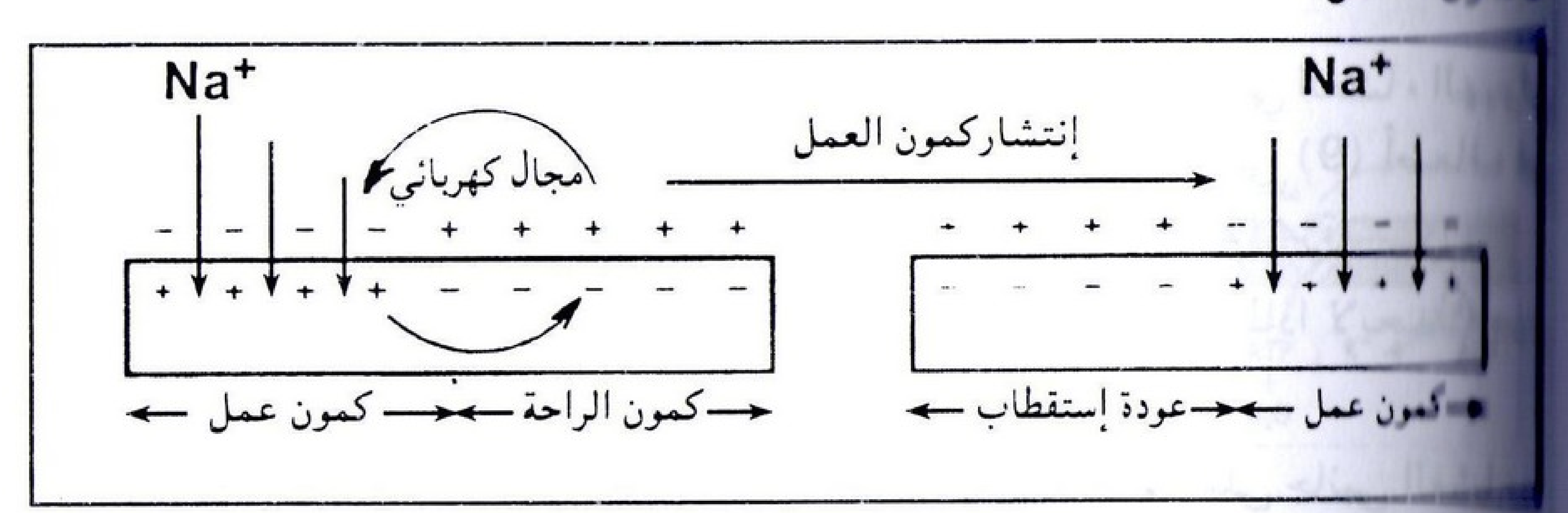
سرعة إنتشار السيالة في الألياف البطيئة (5) ميكرون.

سرعة = Δ س / Δ ز = 100 x 0,001 / 5 x 0,001 = 20 م/ثا

II-1 ـ تحليل المنحنى: كمون الراحة المقاس يزداد بزيادة تركيز شوارد الـ K^+ في داخل الليف إلى أن يصل إلى قيمته الحقيقية (-70 ملي فولط) وذلك عندما يصل تركيز شوارد الـ K^+ إلى 400 ملي مول/لتر (لاحظ المنحنى). وهو التركيز الحقيقي الذي يتواجد عليه في الليف العصبي.

النتيجة: إذا فارق التركيز فيما يخص شوارد الـ K^+ هو السبب الحقيقي لكمون الراحة.

2 ـ إن الدخول المكثف لشوارد الـ Na^+ نتيجة التنبيه الفعال هو السبب الحقيقي لكمون العمل.



إجابة التمرين 26:

المرحلة الأولى:

1 ـ الليف A: ـ ليف عصبي ذو نخاعين.

الليف C: ـ ليف عصبي عديم النخاعين.

2 ـ التسجيل 1 : يبين أن الشعور بالألم (الحرارة) يعود لتولد سيالتين (من اليسار إلى اليمين) الأولى سريعة والثانية بطيئة.

3 ـ نعم تؤكد وتعطي معلومات إضافية: حيث التسجيل الأول مسؤولة عنه الألياف ذات النخاعين بينما التسجيل الثاني مسؤولة عنه الألياف عديمة النخاعين.

المرحلة الثانية:

1 ـ المعلومات المستخرجة من المرحلتين:

أ ـ الألياف A و C هي ألياف حسية مسؤولة عن نقل الشعور بالطعم الحار.

ب ـ يعود المذاق الحار إلى مادة الكبسيين المتواجدة في الفلفل الحار.

ـ تحتوي بعض الألياف العصبية الحسية على بروتينات غشائية خاصة لها مواقع تثبيت من جهة الهيولي لمادة الكابسيين.

2 ـ مسار المذاق الحار: ـ يمكن تمثيل ذلك في المخطط التالي:

أكل الفلفل الحار ← يؤدي إلى تحرير مادة الكابسيين منه ← نفوذ هذه المادة عبر الغشاء الهيولي للألياف العصبية الحسية وبتواجد بروتينات غشائية خاصة (VR - 1) تتثبت جزيئات الكابسيين على مواقع خاصة تؤدي إلى نفوذ الشوارد عبر القنوات (مثل شوارد الـ Na^+) فيتولد كمون عمل في هذه الألياف الحسية لتنقل الإحساس بالطعم الحار.

إجابة التمرين 27:

1 ـ نلاحظ من الجدول أنه هناك تباين في توزيع الشوارد على جانبي الغشاء الهيولي حيث تركيز الصوديوم في الوسط الخارجي أكبر من هيولي المحور بحوالي (9) أضعاف في حين تركيز البوتاسيوم داخل المحور أكبر من الوسط الخارجي بـ (20) مرة.

ـ الإشكالية: ماسبب هذا الإختلاف في التركيز أو بالأحرى لماذا لايحدث ميز لهاتين الشاردتين.

2 ـ إن كمون العمل ينشأ نتيجة توزع جديد للشوارد السابقة على جانبي الغشاء.

3 ـ أ ـ التحليل:

0 - 1,5 ملي ثانية: إن مرحلة زوال وإنعكاس الإستقطاب يوافقها تيار أيوني داخلي وفي هذه الفترة يزداد عدد القنوات المفتوحة من النمط (1) ويبلغ أقصاه عند (1) ملي ثانية ثم يقل عددها لتغلق كلية عند (2,5) ملي ثانية.

1,5 - 5 ملي ثانية: مرحلة عودة الإستقطاب وفرط الإستقطاب يوافقها تيار أيوني خارجي ويوافق ذلك زيادة في عدد القنوات المفتوحة من النمط (2) ببطء ليبلغ أقصاه عند (2) ملي ثانية ثم يقل عددها لتغلق كلية عند (5) ملي ثانية.

ب ـ نعم

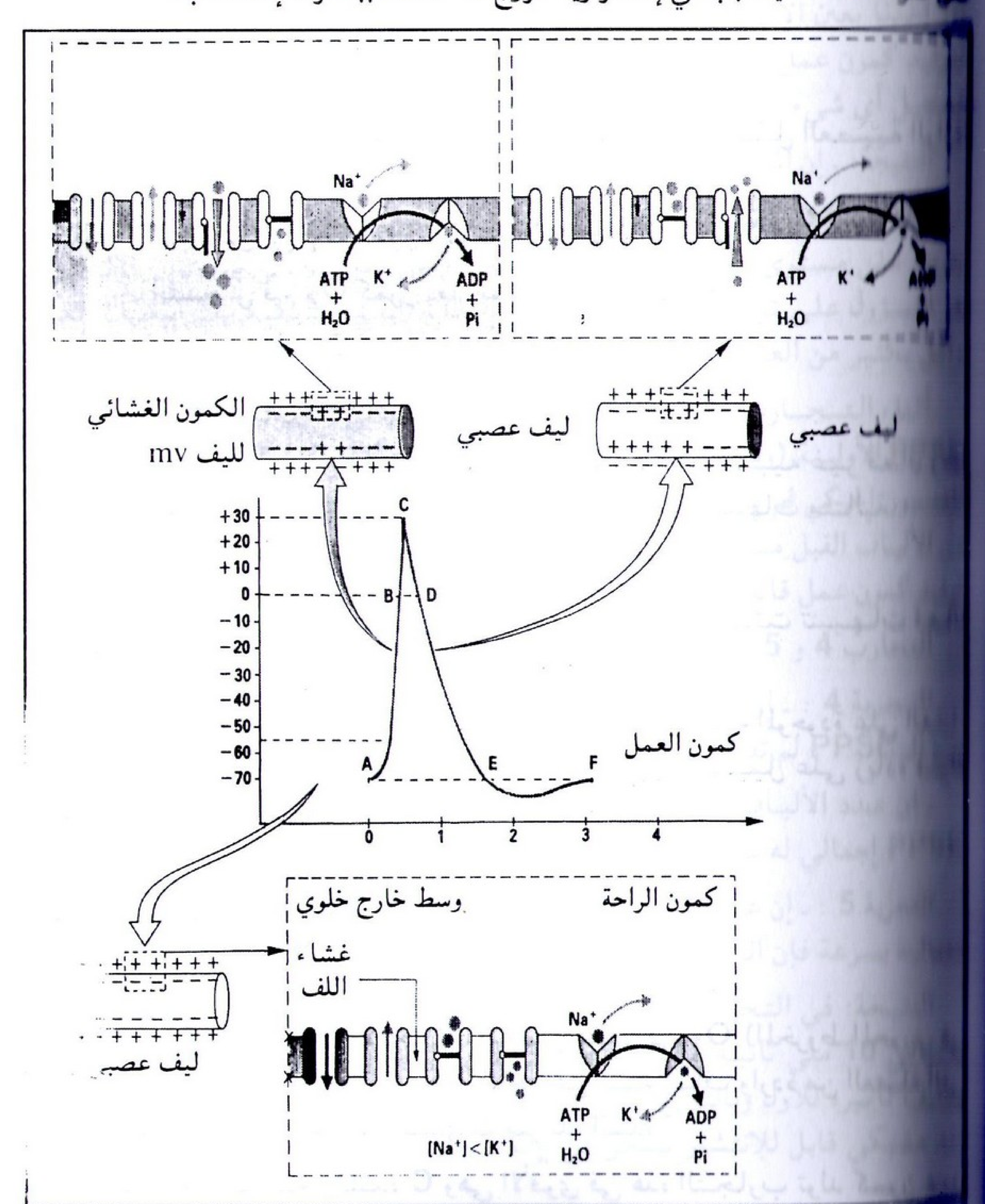
التعليل: حسب معطيات الجدول، فإن الشوارد التي يمكن أن يحدث لها ميز في التيار الداخلي هي شوارد الصوديوم وهذا يتفق مع زيادة الشحنة الموجبة في الداخل والسالبة في الخارج، أما التيار الخارج فإن الشوارد التي يحدث لها ميز مع هذا التيار هي شوارد البوتاسيوم وهذا يسبب في عودة الإستقطاب بزيادة كمية الشحنة السالبة في الداخل والموجبة في الخارج.

إذا التيار الداخل يتم عبر قنوات مرتبطة بالفولطية (النمط 1) خاصة بشوارد الصوديوم مسببة زوال وإنعكاس الإستقطاب، والتيار الخارج يتم عبر قنوات مرتبطة بالفولطية (النمط 2) وهي خاصة بشوارد البوتاسيوم.

ـ إن كمون العمل مظهر كهربائي للسيالة العصبية ويترجم بانعكاس مؤقت للإستقطاب ينتقل على طول الليف وينتج عن:

ـ الدخول السريع والمكثف لشوارد الـ Na^+ عبر القنوات المتعلقة بالفولطية بعد فتحها مسببة زوال وانعكاس الإستقطاب مع بقاء قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية مغلقة.

ـ غلق قنوات الـ Na^+ المتعلقة بالفولطية وفتح قنوات البوتاسيوم K^+ المتعلقة بالفولطية والخروج البطيء للبوتاسيوم وبكميات أقل من الصوديوم مسببة عودة الإستقطاب وتأخر غلق قنوات الـ K^+ يتسبب في إستمرارية خروج الـ K^+ مسببة فرط إستقطاب.



يتميز بفترة زوال وانعكاس الإستقطاب ثم عودة الإستقطاب، إن كمون العمل هذا قابل للإنتشار يسجل في O_2.

التجارب 1 و 2 : إن التنبيهات A و B بشدة أقل من C لاتولد كمون عمل ولكن فقط زوال إستقطاب سعته تزداد بازدياد شدة المنبه: - فهو كمون بعد مشبكي منبه إجمالي (PPSE) الناتج عن مجموع الـ PPSE الأولية الناتجة عن نشاط كل ليف من الألياف الجابذة المنبهة، إن سعة هذا الـ PPSE لايصل إلى عتبة زوال الإستقطاب في التجارب 1 و 2 ولا يولد كمون عمل، إن هذه العتبة تكون في حدود (-55mv) إذا أخذنا بعين الإعتبار التجربة (3) أين PPSE الإجمالي وصل إلى سعة كافية لتوليد كمون عمل، إن الـ PPSE لاينتشر على طول المحور الأسطواني وبالتالي لايتم تسجيل أي شيء في O_2 أثناء التجارب 2 ، 3 .

النتيجة: - إن المشابك المتدخلة بين الألياف الجابذة والعصبون الحركي هي مشابك منبهة.

- إن تنبيه كهربائي بشدة كافية يولد في ليف جابذ كمون عمل قبل مشبكي الذي يترجم على مستوى المشبك بتحرير كمية محددة من مبلغ عصبي منبه، إن هذا الأخير هو المسؤول على توليد PPSE أولي في المنطقة البعد مشبكية وهو ضعيف السعة وأقل بكثير من العتبة.

أثناء التجارب 1 ، 2 يولد التنبيه كمون عمل على الألياف الحسية ومجموع الـ PPSE الأولية (وهي تساوي PPSE إجمالي) الناتجة على مستوى القطعة الأولية للعصبون الحركي لم تصل إلى عتبة زوال الإستقطاب، في حين التنبيه C يجند عدد كافي من الألياف القبل مشبكية حتى يصل الـ PPSE الإجمالي إلى هذه العتبة مما يؤدي إلى توليد كمون عمل قابل للإنتشار: - هناك تجميع فضائي لكمونات العمل الواردة.

التجارب 4 و 5 :

التجربة 4 : - إن تنبيهين متقاربين بشدة B تسمح بتسجيل في O_1 كمونين من الـ PPSE لم تصل إلى عتبة زوال الإستقطاب مما يؤكد النتائج السابقة:-

- إن عدد الألياف المجندة (المتدخلة) في كل تنبيه غير كافية للحصول على PPSE إجمالي له سعة كافية لتوليد كمون عمل.

التجربة 5 : - إن عدد الألياف المجندة هو نفسه (شدة B) ولكن في هذه الحالة التنبيهات متتالية بسرعة فإن الـ PPSE الإجمالي الناتج له سعة كافية لتوليد كمون عمل.

النتيجة: في التجربة (5) الـ PPSE الناتج عن التنبيه الأول لايزول تماما (مدته حوالي 10 ملي ثانية) عند ما يصل الكمون الوارد الثاني، فإن PPSE الثاني يضيف تأثيره للأول وبالتالي سعة أكبر كافية للوصول إلى العتبة وتوليد كمون عمل بعد مشبكي قابل للإنتشار يسجل في O_2 فيحدث في هذه الحالة تجميع زمني.

إجابة التمرين 28:

1 - تدل معطيات التجارب أن:

- العصبون "أ" و العصبون "ج" منبهان.

- العصبون "ب" مثبط.

2 - إن التجارب السابقة تبين بأن العصبون "ب" لها مشابك تحوي حويصلات المشبكية على المبلغ العصبي GABA وهي مادة مثبطة لذا فهذه المشابك (مثبطة).

- إن العضلة لاتعمل إلا بعد إزالة مفعول الـ GABA.

الإستنتاج: إن مشابك العصبون "ب" هي مثبطة تثبط الرسائل العصبية الواردة إلى العصبون "ج" والليف العضلي "ل".

3 - أ - التسجيل في O_1 كمون عمل أحادي الطور.

- التسجيل في O_2 كمون بعد مشبكي منبه PPSE.

- التسجيل في O_3 كمون عمل أحادي الطور.

- التسجيل في O_4 كمون بعد مشبكي مثبط PPSI.

ب - عند تنبيه العصبون "أ" لايحدث تقلص عضلي لأنه التنبيه غير فعال معناه أن الكمون البعد مشبكي لايكون كافيا إلا إذا كانت التنبيهات متتالية.

- أما العصبون "ب" فلها مشابك مثبطة.

ج - يمكن أن نحصل على تقلص الليف العضلي "ل" إذا أحدثت تنبيهات فعالة على العصبون "أ".

د - إن الـ GABA بعد إفرازه يتثبت على المستقبلات النوعية الموجودة على الغشاء الهيولي البعد مشبكي تعمل على فتحها فدخول الـ Cl^- تعمل على زيادة فرط الإستقطاب وبالتالي تثبيط إنتقال الرسالة العصبية.

إجابة التمرين 29:

إستغلال الوثيقة 1 :

التجارب 1، 2، و 3: - التسجيلات المحصل عليها في O_1 (المخروط المحوري من القطعة البدائية للعصبون الحركي)، هي الناتجة عن تنبيه ألياف واردة من العضلة التي يسبب عصبونها الحركي تقلصها بتنبيهات متزايدة الشدة.

التجربة 3: التنبيه بالشدة C وهي الأقوى في هذه التجارب تولد كمون عمل

الخلاصة: ـ إن التجارب المدروسة تسمح بإظهار الخواص الإدماجية للعصبون التي تترجم بقدرته على جمع فضائي وزماني للمعلومات الواردة إليه.

ـ إن الألياف المنبهة الآتية من العضلة القابضة متصلة عن طريق عصبون موصل (جامع) إلى العصبون الحركي الذي يتحكم في تقلص العضلة الباسطة المعاكسة.

ـ إن تنبيه هذه الألياف يترجم بفرط إستقطاب غشاء العصبون الحركي سعته تزداد بازدياد شدة المنبه للشدات A، B، C، D. كما في التجارب المدروسة في الوثيقة 1 فإنها عبارة عن كمونات بعد مشبكية إجمالية تكون هنا مثبطة (PPSI) التي تجعل العصبون الحركي أصعب للتنبيه لأنها تسبب له فرط إستقطاب.

لشدة تنبيه ضعيفة A مثلا، أن عدة الألياف الواردة المتدخلة (المجندة) تكون قليلة فهي تولد على مستوى العصبون الجامع، PPSI إجمالي (تجميع فضائي) سعته متوسطة تترجم برسالة يكون فيها تواتر كمونات العمل ضعيفة نسبيا (التواتر يتناسب طردا مع سعة الـ PPSI الإجمالي مما يسبب تحرير كمية قليلة من المبلغ العصبي المثبط على مستوى العصبون الحركي ومنه PPSI سعته ضعيفة (1 ملي فولط).

ـ إن تزايد شدة التنبيه يسبب تدخل (تجنيد) عدد أكبر فأكبر من الألياف الواردة بتجميع فضائي مما يؤدي إلى توليد PPSI على مستوى العصبون الجامع سعته أكبر فأكبر وهو أصل رسالة عصبية تواترها أكبر فأكبر على مستوى الإتصالات (المشابك) مع العصبون الحركي فكمية المبلغ العصبي تزداد وأنواع الـ PPSI الأولية الناتجة من وصول كمونات حيث تنتشر في العصبون الجامع فيتم جمعها مما يؤدي إلى توليد PPSI إجمالي سعته تتزايد: هناك تجميع زمني.

إن سعة الـ PPSI الإجمالي تزداد (A، B، C و D) إلى أن تكون كل الألياف الآتية من العضلة القابضة مجندة (D)، إنطلاقا من هذه القيمة لشدة التنبيه فإن سعة الـ PPSI الإجمالي لن تزداد مهما كانت شدة المنبه (E).

الخلاصة : إن العصبون الحركي قادر على مستوى جسمه الخلوي على جمع كل أنواع الـ PPSE و الـ PPSI الأولية الآتية من العصبونات القبل مشبكية، إن الكمون البعد مشبكي الإجمالي (منبه أو مثبط) يدمج في كل لحظة المعلومات التي تصل إلى العصبون الحركي: ـ إن هذا الأخير يمثل إذا وحدة معالجة للمعلومات الواردة.

إجابة التمرين 30:

أ ـ 1 ـ البيانات: (1) عضلة باسطة. (2) ليف عصبي حسي. (3) جذر خلفي (4) المادة الرمادية. (5) عصبون واصل (مشرك أو جامع). (6) جذر أمامي. (7) ليف عصبي حركي.

2 ـ العضلة ع1: عضلة قابضة. العضلة ع2 : عضلة باسطة

3 ـ العلاقة بين كتلة الأثقال (شدة المنبه) وتردد كمونات العمل طردية.

4 ـ

التنبيه (ت)	تسجيل كمون عمل على الأسيلوسكوب (o)				
	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
ت1	+	+	+	-	+
ت2	-	-	-	-	-
ت3	-	-	+	+	-
ت4	+	-	+	-	+

+ : تسجيل كمون عمل   - : عدم تسجيل كمون عمل

ب ـ عدم تسجيل كمون عمل في العصبون الحركي للعضلة القابضة لأنه أصبح مثبطا تحت تأثير المبلغ العصبي المثبط الذي يحرر من قبل العصبون الواصل (الجامع).

في حين العصبون الحركي للعضلة الباسطة أصبح منبها بفعل المبلغ العصبي المنشط الذي يحرر من قبل نهايات الألياف العصبية الحسية.

جـ ـ رسم المشبك (راجع التمرين 6).

إجابة التمرين 31:

أ ـ إستغلال الوثيقة 1 (حلل وفسر): إن حقن الـ GABA لوحدة في الحيز المشبكي يسبب فرط الإستقطاب (PPSI) للعصبون الحركي الذي تنتقل عنده قيمة الكمون الغشائي من 70- إلى 76- ملي فولط: إن مشابك الـ GABA هي مشابك مثبطة (كابحة).

إن حقن الـ GABA والبنزوديازيبين يسبب فرط إستقطاب أشد حوالي بقيمة 10- ملي فولط (من 70- إلى 80- ملي فولط). إن والبنزوديازيبين يقوي من تأثيرات الـ GABA وهو مبلغ طبيعي وذلك بزيادة فرط الإستقطاب للعصبون الحركي الذي يصبح أقل قابلية للتنبيه (أكثر مقاومة)، حيث كمونه الغشائي يكون أبعد من عتبة توليد كمون العمل (الإبتعاد عن العتبة).

ب ـ إستغلال الوثيقة 2: إن الوثيقة 2 أ تبين وجود بروتينات غشائية (مستقبل ـ قناة) للكلور والتي تملك موقع تثبيت جزيئات الـ GABA وموقع لتثبيت جزيئات البنزوديازيبين، إن تثبيت جزيئة واحدة من الـ GABA على موقعه يسبب إنفتاح قناة الكلور.

الوثيقة 2 ب تبين أن شوارد الكلور أثناء الراحة هي أكثر تركيزا (560) خارج الخلية منه في داخل الخلية (40).

إن إنفتاح قناة واحدة للكلور أثر تثبيت الـ GABA تسبب مرور شوارد الكلور حسب تدرج التركيز من الوسط الخارجي إلى داخل الخلية: هذه الشوارد تسبب زيادة في الشحن السالبة داخل الخلية مسببة هكذا فرط الإستقطاب الملاحظ في الوثيقة 1 ـ ب.

ج ـ إستغلال الوثيقة 3: تبين هذه الوثيقة أن تثبيت الـ GABA على مستقبلات الغشاء البعد مشبكي يزيد بشكل طردي مباشر مع كمية البنزوديازيبين المحقونة في الشق المشبكي ليصل إلى حد أقصى (عندما تشغل كل مستقبلات الـ GABA) بالنسبة لكميات من البنزوديازيبين تقدر بحوالي 400 نانومول.

الخلاصة: ـ إن البنزوديازيبين عندما ترتبط بالمستقبلات النوعية المتمثلة بقنوات الكلور فإنها تنشط تثبيت الـ GABA على نفس المستقبلات النوعية ومن ثم إنفتاحها، إن هذا الإنفتاح الأقوى يسبب في زيادة سعة فرط الإستقطاب للعصبون الحركي:.

إذا البنزوديازيبين له تأثير مهدئ يزيد من صعوبة قابلية تنبيه العصب الحركي.

إجابة التمرين 32:

1 ـ تسمية العناصر المرقمة: (1) مستقبل حسي (شبكية العين) (2) ألياف عصبية حسية (جابذة) (3) مركز عصبي (الدماغ) (4) ألياف عصبية حركية (نابذة) (5) عضلات اللسان (6) حركة اللسان فمسك الحشرة.

2 ـ تحليل المنحنى: ـ يمثل المنحنى: كمون عمل أحادي الطور.

mV 40 0 70 ms 0,5 1 2,5 أ ب ج د هـ و ز

أ ب: زمن الكمون

ب جـ: زوال الإستقطاب

جـ د: إنعكاس الإستقطاب

د هـ: عودة الإستقطاب

هـ و: فرط الإستقطاب

و ز: العودة إلى كمون الراحة

3 ـ أ ـ التردد في a = 12

التردد في b = 18

التردد في c = 9

ب ـ تحليل الشكل (3):

ـ تغيرات تردد كمونات العمل على مستوى العصب البصري مرتبطة بشكل نماذج الرهاش المعروضة.

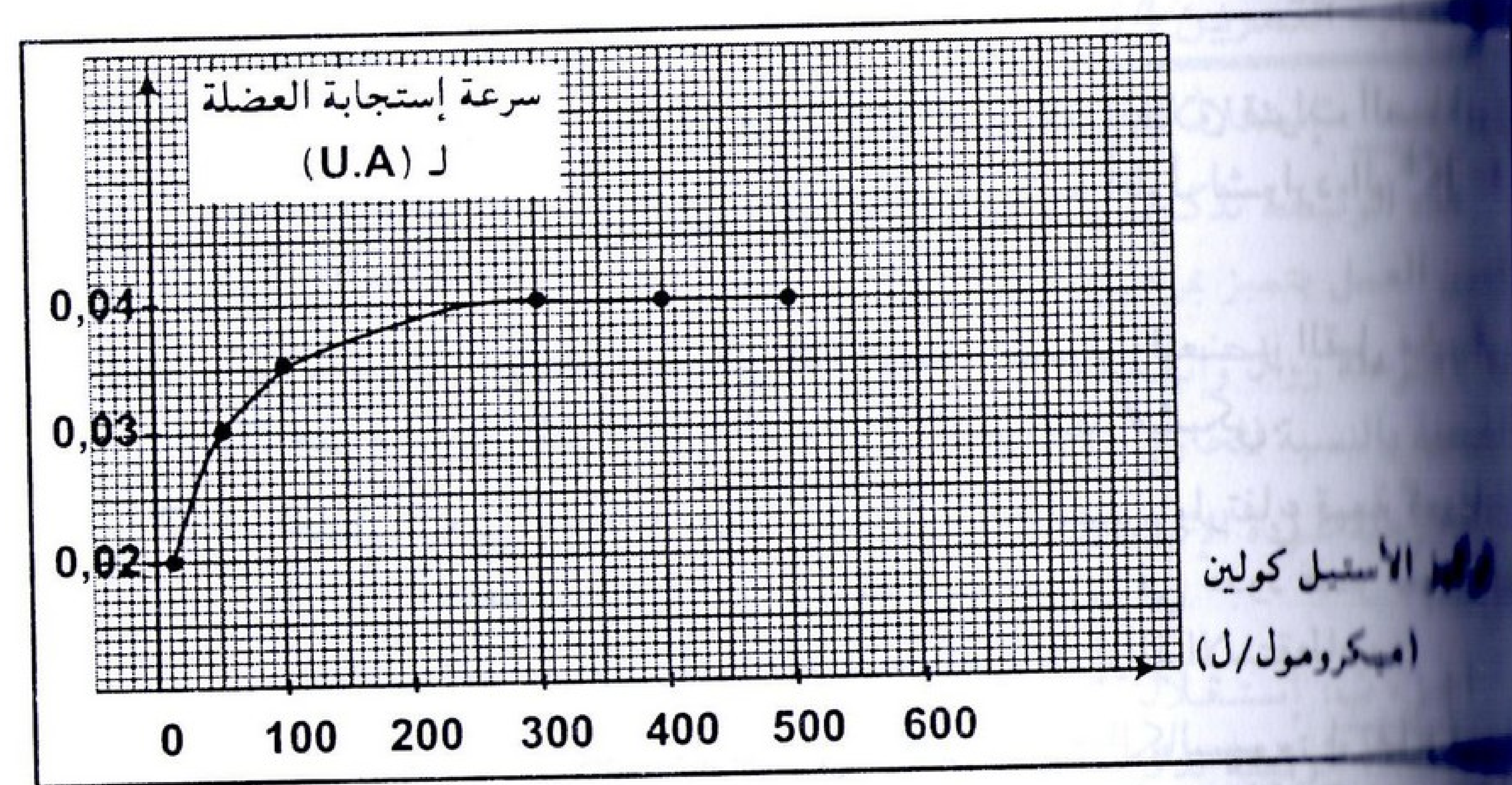
ـ كمونات العمل لها نفس السعة رغم الإختلاف في التردد

ـ تقديم النموذج يؤدي إلى زيادة في تردد كمونات العمل بشكل بسيط بالنسبة للنموذج (c) ومتوسطة بالنسبة للنموذج (a) ومعتبرة بالنسبة للنموذج (b).

ـ لم نسجل الإستجابة إلا بالنسبة للتردد الكبير (النموذج b).

ـ قبل وبعد العرض نسجل تردد ضعيف لكمونات العمل.

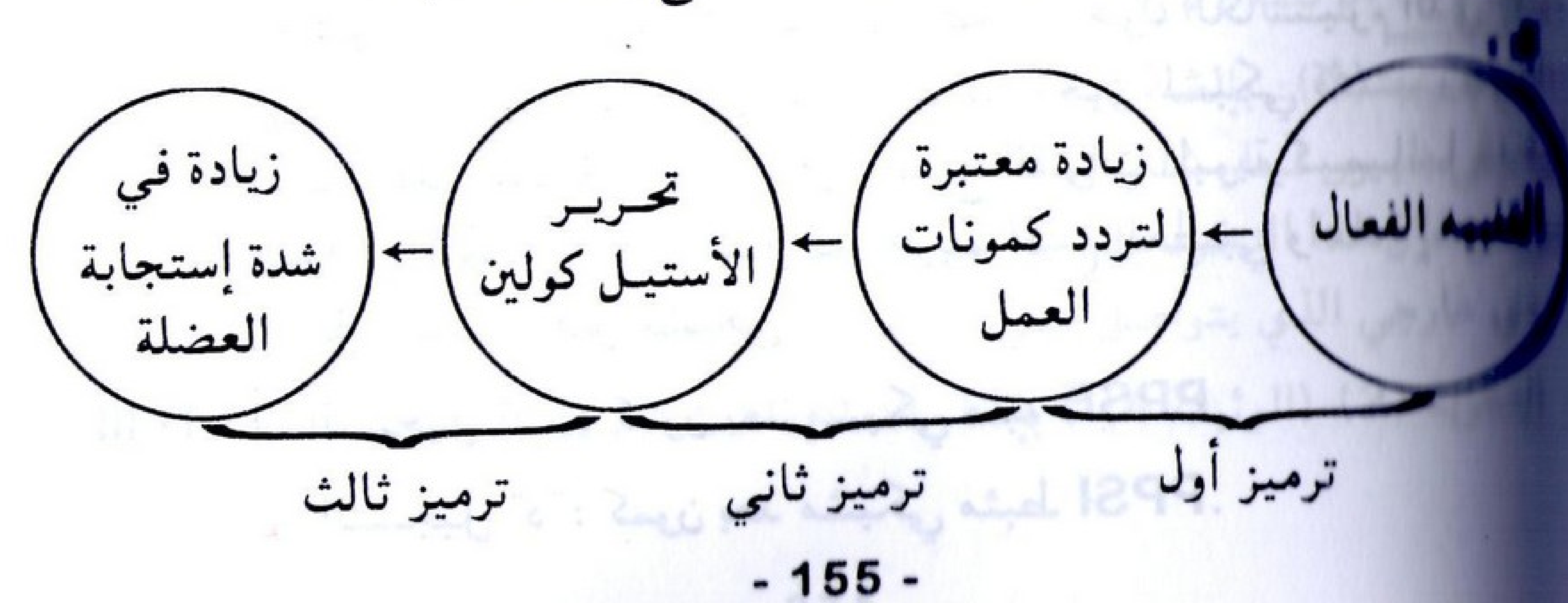
4 ـ أ ـ رسم المنحنى



ب ـ تزداد سعة إستجابة العضلة بازدياد تركيز الأستيل كولين إلى غاية 300 ميكرومول/ل.

بعد 300 تسبح السعة ثابتة ومستقرا في القيمة $4x10^{-2}$.

ـ نفسر ذلك بازدياد كمية الأستيل كولين تزداد عدد المستقبلات المشغولة من قبل الأستيل كولين إلى أن تشغل كل المستقبلات فتصبح بعد ذلك ثابتة.



إجابة التمرين 33:

I - 1 ـ التسجيل (1) من الوثيقة (1) عبارة عن كمون عمل أحادي الطور.

2 ـ خفض تركيز الـ Na^+ إلى 50% أدى إلى بطؤ في ظهور إزالة الإستقطاب ونقص في سعة كمون العمل مما يدل على أن شوارد الـ Na^+ لها علاقة بزوال وإنعكاس الإستقطاب هذا بالنسبة للتجربة (1).

ـ بالنسبة للتجربة (2) فإن عدم إنفتاح قنوات البوتاسيوم أدى إلى بطؤ كبير في إعادة الإستقطاب مما يؤكد تدخل أيونات البوتاسيوم في عودة الإستقطاب.

3 ـ تنبيه فعال ← فتح قنوات الصوديوم المتعلقة بالفولطية مع بقاء قنوات البوتاسيوم المتعلقة بالفولطية مغلقة ← دخول سريع ومكثف لشوارد الصوديوم ← زوال وانعكاس الإستقطاب.

ثم إنفتاح قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية بعد إنغلاق قنوات الصوديوم المتعلقة بالفولطية ← خروج بطيء ولفترة زمنية أطول لشوارد الـ K^+ ← عودة الإستقطاب.

II - 1 ـ البيانات: (1) حويصل مشبكي (2) الغشاء الهيولي للعنصر القبل مشبكي (3) حيز مشبكي (4) الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

2 ـ أ ـ تحليل المنحنى: العلاقة بين تركيز شوارد الكالسيوم وارتفاع قيمة كمونات إزالة الإستقطاب طردية إلى أن يبلغ قيمة قصوى في حدود صفر تقريبا ثم ينخفض هذا التركيز رغم زيادة قيمة كمونات إزالة الإستقطاب.

ب ـ يمكن تفسير التطور الملاحظ في تركيز شوارد الكالسيوم: إرتفاع قيمة كمونات إزالة الإستقطاب يؤدي إلى فتح قنوات الـ Ca^{++} فدخول الكالسيوم إلى هيولي العنصر القبل مشبكي ثم بعد ذلك تتدخل مضخات الكالسيوم لإخراجها بالنقل الفعال مما يفسر الإنخفاض التدريجي لتركيز شوارد الكالسيوم في العنصر القبل مشبكي.

3 ـ وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العنصر القبل مشبكي يؤدي إلى فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية فدخول الكالسيوم الذي يعمل على حركة الحويصلات وتحرير محتواها في الحيز المشبكي فتتثبت جزيئات الوسيط على المستقبلات النوعية ففتح القنوات المبوبة كيميائيا فدخول الصوديوم فتكوين كمون عمل ثم تخريب المبلغ العصبي واعادة إمتصاصه من قبل العنصر القبل مشبكي.

III - 1 ـ أ ـ التسجيل "ب": كمون بعد مشبكي منبه PPSE.

التسجيل "د": كمون بعد مشبكي مثبط PPSI.

ب ـ العصبونان «ع1» و «ع2» منبهان.

العصبون «ع3» عصبون مثبط.

2 ـ التسجيل "أ" تأثير التنبيهين ت (ع1 + ع1) حيث أدمجتا فتوصلت إلى عتبة التنبيه (تجميع زمني).

ـ التسجيل "ج" تأثير التنبيهين ت(ع1 + ع2) حيث أدمجتا فتوصلت إلى عتبة التنبيه (تجميع فضائي).

3 ـ يقوم العصبون "ل" بدمج مختلف كمونات العمل المنبهة والمثبطة بحيث يستجيب هذا العصبون للحصيلة الجبرية للكمونات المنبهة والمثبطة.

إجابة التمرين 34:

الجزء أ: إستغلال الوثيقة (1): كمون العمل.

هذه الوثيقة تذكرنا بأنه إنطلاقا من الكمون الغشائي أثناء الراحة (-60 mv) كمون العمل يتميز بمرحلتين متتاليتين:

ـ مرحلة زوال وإنعكاس الإستقطاب الغشائي، إن داخل الليف يصبح موجب الشحنة بالنسبة للخارج (+40mv تقريبا).

ـ مرحلة عودة الإستقطاب التي بعد فرط الإستقطاب تقود إلى إسترجاع كمون الراحة.

الجزء ب: إستغلال الوثيقة (2): التركيب الشاردي للوسطين الخارج والداخلي: هذه الوثيقة تذكرنا بأن:

ـ تركيز Na^+ خارج الخلية أكثر بعشرة أضعاف من داخل الخلية، إن تدرج التركيز الناتج هكذا يعمل على إدخال شوارد الـ Na^+ إلى الخلية.

ـ بالعكس بالنسبة لشوارد الـ K^+ هي حوالي 28 مرة أكبر داخل الخلية من خارجه ما يؤدي إلى الخروج من الوسط الداخلي حسب تدرج التركيز.

الجزء جـ: الوثيقة (3):

التجربة (1): بإلغاء الكمون الغشائي فإننا نسبب زوال الإستقطاب الذي يؤدي دوما إلى ظهور تيار شاردي داخلي، رغم الحفاظ على زوال الإستقطاب بالكمون المفروض فإن هذا الدخول يتباطأ حتى ينعدم بعد 1,5 ملي ثانية وهو متبوع بتيار شاردي خارجي الذي يتواصل حتى يتوقف الكمون المفروض.

التجربة (2) (الوثيقة 4): بإلغاء النفاذية الغشائية لـ Na^+ بمفعول الـ TTX فإننا

نلغي التيار الشاردي الداخل، هذا الأخير ناتج عن دخول شوارد الـ Na^+ إلى الخلية إستجابة لزوال الإستقطاب المفروض.

ويمكن ملاحظة أن التيار الخارج يكون عادي فيظهر بعد 0,5 ملي ثانية ويستمر إلي نهاية التجربة.

- الإستجابة الأولى لزوال إستقطاب العصبون تترجم بدخول فوري لشوارد الـ Na^+ للخلية.

التجربة (3) (الوثيقة 4): بإلغاء النفاذية لشوارد الـ K^+ عن طريق الـ TEA نقوم بإلغاء التيار الشاردي الخارج، فهو ناتج إذا عن مرور شوارد الـ K^+ من الوسط الداخل خلوي إلى الوسط الخارج خلوي.

- نلاحظ كذلك التيار الداخل يكون عاديا فهو يتوقف تماما "بعد 3 ملي ثانية تقريبا" رغم الكمون المفروض.

- الظاهرة الثانية التي تصيب العصبون إستجابة لزوال الإستقطاب تتميز بخروج شوارد الـ K^+ متأخر قليلا بالنسبة لدخول شوارد الـ Na^+.

الخلاصة: تسلسل الظواهر التي تميز كمون العمل.

إن التنبيه يؤدي إلى زوال الإستقطاب مماثل لزوال الإستقطاب المفروض في التجارب السابقة، إذا كان زوال الإستقطاب هذا يتعدى العتبة (مثل ماتذكره معطيات التجربة 1) فهو يؤدي في البداية إلى زيادة نفاذية الغشاء لشوارد الـ Na^+ وهكذا دخول هذه الشوارد حسب تدرج تركيزها (تيار داخلي) مما يزيد في زوال الإستقطاب وبالتالي نفاذية الغشاء لشوارد الـ Na^+: إنه الجزء الصاعد من كمون العمل، بهذه الظاهرة التجديدية عندما تنطلق فهي لاعلاقة لها بشدة المنبه، فإن الغشاء يصبح جد نفوذ لشوارد الـ Na^+، هذه النفاذية المكثفة لشوارد الـ Na^+ هي مؤقتة. إن زوال الإستقطاب يسبب زيادة تدريجية لنفاذية الـ K^+ (التيار الخارج)، إن التأثيرين (تناقص ثم توقف النفاذية لشوارد الـ Na^+، زيادة النفاذية لشوارد الـ K^+) يؤديان إلى إعادة ثم فرط إستقطاب الغشاء، إذا كان زوال الإستقطاب أقل من العتبة فإن تزايد النفاذية لشوارد الـ Na^+ غير كافية لإنطلاق التجديد الذي هو أصل كمون العمل.

إجابة التمرين 35:

1 - أ - البيانات: (1) مادة بيضاء (2) مادة رمادية (3) عقدة شوكية (4) شق خلفي

ب - الألياف A: نخاعينية وذات قطر سميك.

الألياف B: نخاعينية وذات قطر متوسط.

الألياف C: عديمة النخاعين وذات قطر رفيع.

2 - المنحنى 1 : عبارة عن حصيلة كمونات عمل الألياف ذات سرعة توصيلية كبيرة (الألياف A).

المنحنى 2 : عبارة عن حصيلة كمونات عمل الألياف ذات سرعة توصيلية متوسطة (الألياف B).

المنحنى 3: عبارة عن حصيلة كمونات عمل الألياف ذات سرعة توصيلية ضعيفة (الألياف C).

3 - أ - المقارنة بين عتبة تنبيه هذه الألياف

الألياف A لها عتبة تنبيه منخفضة.

الألياف B لها عتبة تنبيه متوسطة.

الألياف C لها عتبة تنبيه عالية.

إذا عتبة تنبيه الألياف C > عتبة تنبيه الألياف B > عتبة تنبيه الألياف A.

ب - الألياف A تنقل السيالة المسؤولة عن الإحساس باللمس.

الألياف B تنقل السيالة المسؤولة عن الألم المطاق المتموضع.

الألياف C تنقل السيالة المسؤولة عن الألم الشديد المنتشر.

إجابة التمرين 36:

1 - التسجيل أ : ينتقل الكمون الغشائي من 70- إلى 72- ملي فولط إذا هناك فرط إستقطاب الغشاء m_1 للعصبون الحركي، إنه كمون بعد مشبكي مثبط PPSI ← المشبك المعني بالتنبيه S_1 هو مشبك مثبط (كابح).

التسجيل ب : ينتقل الكمون الغشائي من 70- إلى 67- ملي فولط إذا هناك زوال إستقطاب غشاء العصبون الحركي، إنه كمون بعد مشبكي منبه ← PPSE المشبك المعني بالتنبيه S_2 هو مشبك منشط.

2 - التسجيل أ: إن التنبيه المحدث في S_3 يولد PPSE سعته 10 ملي فولط.

التسجيل ب: إن التنبيه المحدث في S_3 المرفق بتنبيه في S_2 يولد PPSE سعته 0 ملي فولط، إذا المشبك المعني في S_4 (D) قد ثبط جزئيا مفعول العصبون S_3 على العصبون الحركي ← إن المشبك مثبط.

3 - أ - بعد حقن المادة الأولية لـ ACH الموسومة، نلاحظ زيادة الإشعاع على العصبون (m_1) بعد التنبيه في S_3 وهذا يسمح لنا بالقول أن المبلغ العصبي للمشبك هو الأستيل كولين (ACH).

- بحقن المادة الأولية لـ GABA الموسومة نلاحظ زيادة الإشعاع على مستوى (m_2) وهذا يبين أن المبلغ العصبي للمشبك (D) هو الـ GABA.

ب - إن تناقص كمية الـ ACH المحررة أثناء التنبيهين S_4 ثم S_3 بالنسبة لتلك الكمية المحررة أثناء تنبيه S_3 لوحدة يبين أن الـ GABA المتدخل في المشبك D يثبط تحرير الـ ACH في المشبك (B) إذا المشبك D (ذات الـ GABA) هو مثبط للمشبك B (ذات الـ ACH)، منبه بالنسبة لـ m_1.

4 - العنوان: مشبك عصبي - عصبي

البيانات: (1) ميتوكوندري (2) حويصلات مشبكية (3) غشاء العصبون القبل المشبكي (4) شق مشبكي (5) غشاء العصبون البعد مشبكي.

إجابة التمرين 37:

1 - أ - كل تسجيل عبارة عن كمون عمل أحادي الطور.

ب - (1) - زمن الكمون (2) - زوال وإنعكاس الإستقطاب (3) - عودة الإستقطاب (4) فرط إستقطاب (5) - العودة إلى كمون الراحة.

جـ - التسجيلين أ، ب لهما نفس السعة ويختلفان فقط في زمن الكمون حيث زمن الكمون لـ أ أقل من زمن الكمون لـ ب.

- الإختلاف يعود إلى المسافة وبالدرجة الأولى إلى المشبك.

2 - أ - إنهما متشابهان من حيث السعة والأطوار.

ب - الزيادة في تركيز شوارد الـ Ca^{++} خارج الخلية أدى إلى زيادة في سعة كمون العمل للعصبون (2) فقط وتستغرق أطواره مدة أطول.

جـ - إن تنبيه العصبون (1) ← زيادة نفاذية الغشاء الهيولي للعصبون (1) لشوارد الـ Ca^{++} ← زيادة في سعة كمون عمل العصبون (2) حيث تستغرق أطواره مدة أطول.

3 - التسجيل "أ" قبل إضافة الكوار والتسجيل "هـ" بعد إضافة الكورار، نلاحظ بأن التسجيلين متماثلين قبل وبعد إضافة الكورار.

التسجيل "ب" قبل إضافة الكورار والتسجيل "و" وبعد إضافة الكورار نلاحظ إختلافا واضحا حيث سعة التسجيل "و" ضعيفة جدا.

4 - أ - البيانات: (1) هيولي العنصر القبل مشبكي (2) حويصل مشبكي (3) ميتوكوندري (4) غشاء العنصر القبل مشبكي (5) هيولي العنصر البعد مشبكي (6)

الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي (7) عنصر قبل مشبكي (8) شق مشبكي (9) عنصر بعد مشبكي.

ب - شوارد الـ Ca^{++} تعمل على تكوين تيارات هيولية فهجرة الحويصلات المشبكية باتجاه الغشاء الهيولي قبالة الحيز المشبكي وطرح محتوياتها في الحيز المشبكي.

جـ - الكورار يتثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأستيل كولين مما يعرقل تثبيت هذا الأخير على مستقبلاتها فعدم تكوين كمون عمل.

5 - وصول كمون العمل إلى نهاية العنصر القبل مشبكي ← فتح قنوات الـ Ca^{++} المتعلقة بالفولطية فدخول شوارد الـ Ca^{++} ← هجرة الحويصلات المشبكية فتحرير محتوياتها (المبلغ العصبي) في الحيز المشبكي ← تثبيت المبلغ العصبي على المستقبلات النوعية ففتح القنوات ← تكوين كمون عمل ← تخريب المبلغ العصبي لكي لا يبقى تأثيرها مستمرا ← إمتصاصها من قبل العنصر القبل مشبكي.

إجابة التمرين 38:

1 - البيانات: (1) غشاء هيولي (2) هيولي (3) حويصل مشبكي (4) ميتوكوندري (5) غشاء قبل مشبكي (6) حيز مشبكي (7) غشاء بعد مشبكي (8) هيولي عضلية (9) أكتين (10) ميوزين (11) قطعة عضلية (12) لييف عضلي.

العنوان: لوحة محركة (مشبك عصبي عضلي).

2 - تفسير النتائج :

التجربة الأولى : مرور السيالة العصبية من العنصر (أ) إلى العنصر (ب) يتم بواسطة تحرير محتوى العناصر (3) .

التجربة الثانية : المشبك ذو اتجاه واحد ينقل السيالة العصبية من (أ) إلى (ب) وليس العكس أي من العنصر القبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي (القطبية).

التجربة الثالثة : ان محتوى العناصر (3) هي المسؤولة عن النقل المشبكي .

التجربة الرابعة : ان محتوى العناصر (3) هي مادة الاستيل كولين .

التجربة الخامسة : شوارد الكالسيوم تتسبب في طرح محتوى العناصر (3) في المنطقة (6).

التجربة السادسة : إن مادة الكورار تثبط النقل المشبكي.

التجربة السابعة : مادة الكورار توقف عمل الاستيل كولين بالتثبت على مستقبلات الاستيل كولين.

3 ـ وصول موجة زوال الاستقطاب إلى العنصر (أ) يؤدي إلى دخول شوارد الكالسيوم إلى العنصر (أ) وشوارد الكالسيوم تعمل على هجرة وتلامس وتحرير محتويات الحويصلات المشبكية (الاستيل كولين) بظاهرة الاطراح إلى الحيز المشبكي ثم تثبيت الـ ACH على مستقبلات نوعية (قنوات مبوبة كيميائيا) موجودة على غشاء العنصر البعد مشبكي مسببا في فتح قنوات الـ Na^+ فدخول الصوديوم مسببة زوال استقطاب (كمون عمل) ثم لابد من تخريب الاستيل كولين بانزيم الاستيل كولين استيريز وإعادة امتصاصها من قبل العنصر القبل مشبكي .

4 ـ تقسم إلى نوعين :

ـ مشابك ذات تبليغ كيميائي .

ـ مشابك ذات تبليغ كهربائي .

إجابة التمرين 39:

1 ـ أ ـ البيانات: (1) نواة. (2) شبكة محببة (حبيبات نسل). (3) جهاز كولجي (4) حويصل افرازي. (5) غشاء هيولي . (6) استطالة هيولية (7) جسم الخلية العصبية. (8) المحور الاسطواني. (9) التفصنات الانتهائية. (10) مشبك عصبي عضلي. (11) حويصلات مشبكية . (12) حيز مشبكي. (13) ليف عضلي. (14) مستقبل غشائي نوعي. (15) عنصر قبل مشبكي. (16) عنصر بعد مشبكي.

ب ـ تفسير نتائج التجارب :

التجربة الأولى :

وجود كموني عمل يعني مرور السيالة العصبية من الليف العصبي إلى الليف العضلي وتناقص عدد الحويصلات المشبكية نتيجة تفريغ محتواها في الحيز المشبكي وتشكلها تدريجيا يعني تجديدها ثانية بامتلائها بالاستيل كولين (ACH).

التجربة الثانية :

النقل المشبكي ذو اتجاه واحد من العنصر القبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي وليس العكس في المشابك الكيميائية.

التجربة الثالثة :

ان محتوى الحويصلات المشبكية (ACH) لا يؤثر على الغشاء القبل مشبكي بل على الغشاء البعد مشبكي لعدم وجود مستقبلات غشائية خاصة بالـ ACH على الغشاء القبل مشبكي .

التجربة الرابعة :

دور شوارد الـ Ca^{++} هو العمل على هجرة الحويصلات المشبكية واطراح محتوياتها في الحيز المشبكي الذي يؤثر على غشاء العنصر البعد مشبكي مولدا فيه كمون عمل .

التجربة الخامسة :

انزيم الاستيل كولين استيريز يخرب الاستيل كولين قبل التأثير على العنصر البعد مشبكي. لذا لا يتشكل كمون عمل بعد مشبكي .

التجربة السادسة :

ان مادة الكورار يمنع النقل المشبكي بتثبيته على المستقبلات الغشائية الخاصة بالاستيل كولين فيمنع تثبيت هذا الأخير عليها .

التجربة السابعة :

ان الاستيل كولين لا يؤثر على مستوى هيولى العنصر البعد مشبكي بل على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي .

2 ـ أ ـ نعم أستطيع تمثيل الوسيط وهو RNA الرسول كمايلي :

ثريونين	ليزين	برولين	تريتوفان	فالين	
ACU	AAA	CCU	UGG	GUU	RNAm
TGA	TTT	GGA	ACC	CAA	الشريط المستنسخ
ACT	AAA	CCT	TGG	GTT	

ب ـ المورثة

ب ـ تتواجد المورثة داخل النواة على الصبغي.

3 ـ أ ـ وجود الـ Na^+ المشع في الوسط الخارجي دلالة على فتح قنوات الـNa^+ وعبورها عبر هذه القنوات. بمقارنة هذه النتيجة في التجربة ـ أ ـ الشاهدة نستطيع القول بأن الاستيل كولين سمحت بفتح قنوات الـ Na^+ .

بنفس التحليل يمكن القول بأن النيكوتين له مفعول يشبه مفعول الاستيل كولين. ان النيكوتين بنيته الفراغية تشبه البنية الفراغية للاستيل كولين فيتثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة بالاستيل كولين مما يؤدي إلى فتح قنوات الـ Na^+.

ب ـ حقن النيكوتين في الحيز المشبكي يؤدي إلى زوال الإستقطاب فينتج عنه كمون عمل على مستوى غشاء الليف العضلي ينتشر بعد ذلك على طول العنصر البعد

مشبكي (العضلة) مؤديا إلى تقلصها .

جـ ـ لم تمر شوارد الـ Na^+ لأن القنوات لم تفتح، لأن الكورار يتثبت على مستقبلات الاستيل كولين دون فتح قنوات الـ Na^+ وتثبيت الكورار على المستقبلات يمنع تثبيت الاستيل كولين على المستقبلات والأستيل كولين لايعمل إلا بعد تثبيته على مستقبلاته النوعية.

إجابة التمرين 40:

1 ـ التجربة 1 : التوزع غير متماثل لشاردتي Na^+ والـ K^+ خارج المحور حيث يكون: تركيز Na^+ في الخارج > من الداخل. وتركيز K^+ في الداخل > من الخارج.

ـ يرجع ذلك لخاصية غشاء المحور (نفاذية انتقائية).

التجربة 2 : كون المحور أصبح مشعا معناه نفاذية Na^+ إلى الداخل.

عدم تغيير في التراكيز الشاردية يدل على طرح Na^+ إلى الخارج (مضخة الـ Na^+)

التجربة 3 : حركة الصوديوم مرتبطة بوجود البوتاسيوم في الوسط.

التجربة 4 : ـ إضافة مادة السيانور يؤدي إلى انخفاض سريع لخروج الـ Na^+.

ـ حقن الـATP يسبب ضخ الصوديوم إلى الخارج.

ـ نسبة حركة الصوديوم مرتبطة بكمية الـ ATP المتوفرة.

ـ ضخ الصوديوم يتطلب استهلاك طاقة.

2 ـ تفسير حركة شاردتي الـ Na^+ والـ K^+ خلال كمون العمل :

ـ يؤدي التنبيه إلى تغيير نفاذية الغشاء الهيولي للمحور الاسطواني لشاردتي Na^+ و K^+ .

ـ دخول الـ Na^+ سريع و مكثف ولمدة قصيرة يحقق زوال وانعكاس الاستقطاب.

ـ خروج الـ K^+ بطيء ولمدة أطول يحقق عودة الاستقطاب.

ـ هذا التدفق للشوارد تضمنه القنوات الغشائية المتعلقة بالفولطية.

3 ـ التعليق على التجارب :

التجربة 1 : كمون عمل متماثل بالنسبة للمحور والليف والأول متقدم عن الثاني.

التجربة 2 : وضع (ق$_1$) غير كافية لتوليد كمون عمل في كل من المحور والليف (دون العتبة).

وضع (ق$_2$) ولدت كمون عمل في الليف العضلي فقط يساوي العتبة أو أكبر منها

التجربة 3 : وضع (ق$_2$) في وجود الايزيرين يؤدي إلى توليد كمونات عمل

ملاحقة على مستوى الليف العضلي نتيجة لعدم تفكك الأستيل كولين.

التجربة 4 : عدم تسجيل كمون عمل في كل من م$_1$ ، م$_2$ حيث أن الأستيل كولين يؤثر على مستوى سطح الليف العضلي حيث توجد المستقبلات الخاصة بها.

التجربة 5 : تسجيل كمون عمل في م$_1$ فقط : شوارد الـ Ca^{++} ضرورية لتوليد كمون عمل على مستوى الليف العضلي.

التجربة 6 : عدم تسجيل كمون عمل في م$_1$ ، م$_2$: كمون عمل على مستوى م$_1$ مرتبط بحركة شاردتي الـ Na^+ والـ K^+ عبر القنوات الغشائية.

إجابة التمرين 41:

1 ـ التجربة 1: إنتقال كمون العمل من النهاية العصبية إلى الليف العضلي عبر الحيز المشبكي.

التجربة 2: يسمح الـ ACH بتوليد كمون عمل على مستوى العنصر البعد مشبكي.

التجربة 3: شوارد الـ Ca^{++} ضرورية لإنتقال كمون العمل إلى العنصر البعد مشبكي.

التجربة 4: يؤثر الـ Ca^{++} على مستوى النهاية العصبية ويؤدي إلى تحرير الـ ACH.

التجربة 5 : تأثير الـ ACH مؤقت وليس دائم لذا يجب تخريبه.

2 ـ المعلومة المكملة: وجود مستقبلات غشائية نوعية لـ ACH على مستوى الغشاء البعد مشبكي يتثبت عليها ACH مولدا كمون عمل.

إجابة التمرين 42:

I ـ 1 ـ الليف العصبي الواحد المعزول تنقل السيالة العصبية في الإتجاهين ولا تمر من الغشاء بعد المشبكي إلى الغشاء قبل المشبكي.

2 ـ نستخلص أن إتجاه إنتقال السيالة العصبية من ليف عصبي إلى آخر يكون من النهايات المحورية نحو الزوائد الشجيرية أو الأجسام الخلوية أي من الغشاء قبل المشبكي إلى بعد المشبكي في إتجاه واحد إنها خاصية الإتجاه الواحد (القطبية).

II ـ 1 ـ إن التسجيل ت$_2$ في أ$_2$ كمون عمل أحادي الطور مشابه ومماثل السعة للتسجيل ت$_1$ في أ$_1$ مع تسجيل متفاوت في الزمن الذي يعود إلى التأخر في مستوى المشبك العصبي (الزمن الضائع) (خاصية الإبطاء).

2 ـ المشابك الكيميائية تمتاز بـ :

ـ خاصية الإتجاه الواحد (القطبية).

ـ خاصية الإبطاء.

إجابة التمرين 43:

أ -1 - إن فرض كمون على جانبي الغشاء يولد نوعين من التيارات: الأول داخلي والثاني خارجي.

2 - التيار الداخلي ناتج عن دخول شوارد الـ Na^+.

التيار الخارجي ناتج عن خروج شوارد الـ K^+.

3 - إن التيارات السابقة ناتجة عن قنوات فولطية وهي نوعان خاصة بشوارد الـ Na^+ وأخرى خاصة بشوارد الـ K^+، وتسمى بالقنوات الفولطية لأنها هي التي تسبب التيارات.

ب - 1 - عند فرض كمون تتأثر القنوات الفولطية، حيث تفتح قنوات الـ Na^+ أولا مسببة حدوث تيار داخلي، يليها مباشرة فتح قنوات الـ K^+ (بعد غلق قنوات الـ Na^+) مسببة حدوث تيار خارجي.

2 - التيار الداخلي يعود لدخول شوارد الـ Na^+ بعد إنفتاح قنواتها المرتبطة بالفولطية.

التيار الخارجي يعود لخروج الـ K^+ بعد إنفتاح قنواتها المرتبطة بالفولطية.

جـ - مصدر كمون العمل: هو تيارات داخلية لشوارد الصوديوم عبر قنوات فولطية للصوديوم وتيارات خارجية لشوارد البوتاسيوم عبر قنوات فولطية للبوتاسيوم.

إن تسجيل كمون العمل في الغشاء القبل مشبكي ناتج عن تدفق الشوارد عبر القنوات الفولطية.

إجابة التمرين 44:

1 - البيانات: (1) حويصل مشبكي. (2) الغشاء الهيولي للعنصر القبل مشبكي (3) شق مشبكي. (4) الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

2 - α - أ - كل تسجيل يمثل كمون عمل أحادي الطور.

ب - التنبيه الفعال في S_1 على مستوى N_1 يؤدي إلى توليد كمون عمل ينتقل من N_1 إلى N_2 في حين تنبيه فعال في S_2 على مستوى N_2 تؤدي إلى توليد كمون عمل في N_2 لاينتقل إلى N_1.

الإستنتاج: تنتقل السيالة العصبية في المشابك باتجاه واحد فقط من العنصر القبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي وهذا مايعرف بالقطبية.

جـ - بدون أي تنبيه يمكن للأستيل كولين في الحيز المشبكي من توليد كمون بعد مشبكي إذا الأستيل كولين مبلغ عصبي منبه.

في حالة حقن الأستيل كولين في N_2 لا نسجل أي كمون عمل بعد مشبكي.

د - إذا الأستيل كولين يؤثر على مستوى الغشاء الهيولي جهة الحيز المشبكي ولا يؤثر على مستوى الهيولي أي أن عمل الأستيل كولين يكون على مستوى الحيز المشبكي فقط، لأن المستقبلات الغشائية الخاصة بالأستيل كولين تتواجد على الغشاء الهيولي.

هـ - إن إنغلاق قنوات الـ Na^+ والـ K^+ لايسمح بحدوث الظواهر الشاردية الضرورية لتكوين كمون عمل نتيجة التنبيه الفعال في S_1.

3 - أ - إن شوارد الـ Ca^{++} ضرورية للنقل المشبكي.

ب - كلما إزدادت قيمة كمون العمل على مستوى N_1 كلما زادت تركيز شوارد الـ Ca^{++} في داخل N_1 وكذلك قيمة زوال الإستقطاب في N_2 حتى الحصول على كمون عمل بعد مشبكي.

يعتبر دخول شوارد الـ Ca^{++} ضروريا لحركة الحويصلات المشبكية باتجاه الغشاء الهيولي للعنصر القبل المشبكي وتحرير محتواها من الأستيل كولين في الشق المشبكي (الإطراح) الذي يولد كمون عمل بعد مشبكي إذا أفرزت بكميات كافية.

4 - التنبيه في S_1 يعمل على فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية ← دخول شوارد الـ Ca^{++} إلى هيولي N_1 ← حركة الحويصلات المشبكية فتحرير محتواها من الأستيل كولين في الشق المشبكي ← تثبيت الـ ACH على المستقبلات الغشائية النوعية الموجودة على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي ← فتح القنوات المرتبطة كيميائيا ← دخول الـ Na^+ وخروج الـ K^+ ← تكوين كمون عمل بعد مشبكي في R_2.

إجابة التمرين 45:

أ . 1 . كلما زادت تواترات كمون عمل قبل مشبكية كلما زادت كمية شوارد الـ Ca^{++} في الزر المشبكية.

2 . كلما زادت تواتر كمونات العمل كلما زادت عدد قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية المفتوحة أكبر فدخول كميات أكبر من الكالسيوم إلي هيولي الخلية القبل المشبكية.

ب . 1 . أثناء كمون الراحة لايتم تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي.

2 . كمية الأستيل كولين المفرزة في الشق المشبكي تتناسب طردا مع تواترات كمون العمل قبل المشبكية.

3 - إن تواترات كمون عمل قبل مشبكية تؤدي إلى التحكم في كمية كالسيوم الد... المشبكي نتيجة عدد القنوات المتعلقة بالفولطية للكالسيوم المنفتحة مما يؤدي إلى تحرير كميات معينة من الأستيل كولين في الشق المشبكي.

4 - إن الرسالة العصبية المشفرة في العصبون القبل مشبكي بتواتر كمونات العمل تشفر في مستوى الشق المشبكي بتراكيز الأستيل كولين.

جـ - راجع التمرين (6)

إجابة التمرين 46:

1 - أ - قيمة الريوباز (عتبة التنبيه) عـنـد الشخـص A = 10 ملي أمبير وعند B = 40 ملي أمبير.

ب - الشخص A أكثر قابلية للتنبيه من الشخص B.

2 - إن حقن النالوكسون يعمل على تخفيض قيمة الريوباز مما يرفع من قابلية تنبيه الشخص B.

3 - الخلية R: خلية عصبية تنقل الرسالة من الدماغ إلى النخاع الشوكي.

4 - التسجيل يمثل كمون عمل أحادي الطور.

أ ب = كمون الراحة

ب = لحظة التنبيه

ب جـ = زمن الكمون

جـ د هـ = زوال وإنعكاس الإستقطاب

هـ و = عودة الإستقطاب

و ز = فرط الإستقطاب

ز ح = العودة إلى كمون الراحة.

5 - أ - S_1 يمثل مشبك كيميائي (حيز مشبكي) لإحتواء نهاية الليف T حويصلات مشبكية

ب - المسار : تنبيه الجلد ← نشوء سيالة عصبية حسية في العصبون T تنتقل على طولـه ← الإنتقال عبر المشبك S_1 ← إنتقال السيالة عبر العصبون V إلى القشرة المخية ← الإحساس بالألم.

جـ - المادة P تمثل مبلغ عصبي.

عند وصول السيالة العصبية إلى نهاية العصبون T تفـرز المادة P في الحيز

المشبكي من قبل العصبون T فيتثبت على مستقبلاتها في الغشاء البعد مشبكي (العصبون V) فتنفتح القنوات المبوبة كيميائيا، دخول الـ Na^+ تكوين كمون عمل بعد مشبكي ينتقل عبره إلى المراكز العصبية الدماغية.

6 - أ - إن إفراز الأنكيفالين في مستوى الحيز المشبكي S_2 يثبط (يكبح) العصبون T حتى لايفرز المبلغ العصبي P فينتج عن ذلك عدم تكوين كمون عمل بعد مشبكي.

ب - يمكن تفسير قلة الإحساس بالألم عند الشخص B بإفرازه لمادة الأنكيفالين في مستوى S_2 مما يمنع نقل السيالة العصبية إلى مركز الإحساس بالألم في الدماغ ويمكن أن يحدث نفس الشئ إذا كان B لاينتج القدر الكافي من الأنزيم الذي يخرب الأكيفالين.

7 - مما سبق يتبين أن مادة المورفين تنافس الأنكيفالين أي تعمل عملها لذا فتتدخل المورفين لتوقيف الإحساس بالألم.

إجابة التمرين 47:

I . أ . 1 - الجدول (1) : توزع غير متماثل للشوارد على جانبي الغشاء، يدل على حيوية الغشاء.

الجـدول (2): توزع متماثل للشوارد على جانبي الغشاء، يدل على أن الغشاء ميت (توزع متماثل ناتج عن الميز).

الإستنتاج: الكمون الغشائي مرتبط بالحالة الفيزيولوجية لليف العصبي (حيوية الليف).

2 - تعليل التسجيلين: مصدر الكمون الغشائي يعود إلى توزع الشوارد الغير متماثل على جانبي الغشاء حيث تركيز Na^+ عـالي في الخارج والبوتاسيوم عالي في الداخل.

3 - التوزع المتباين للشوارد هو المتسبب في كمون الراحة.

ب - 1 - عدد قنوات K^+ أكثر من عدد قنوات Na^+ في وحدة المساحة.

الإستنتاج: ناقلية شوارد k^+ أكبر من ناقلية شوارد Na^+.

2 - نعم، التعليل: بما أن عدد قنوات K^+ أكثر من عدد قنوات Na^+ في وحدة المساحة وهي مفتوحة باستمرار، إذا كمية K^+ التي تخرج أكبر من كمية Na^+ الداخلة.

3 - تمتاز هذه القنوات: - قنوات غشائية تخترق طبقتي الفوسفوليبيد للغشاء.

- مفتوحة باستمرار

- تسمح بنقل الشوارد حسب تدرج التركيز.

4 - يمثل المنحنى تغيرات الكمون الغشائي بدلالة تركيز K^+ داخل الليف.

من 0 - 100 ملي مول/ل: - تزايد سريع في الكمون الغشائي.

من 100 - 400 ملي مول/ل: تزايد بطيء في الكمون الغشائي ليبلغ 60 ملي فولط

من 400 ملي مول/ل فما فوق: يثبت الكمون الغشائي في 60^- ملي فولط.

المعلومة الإضافية فيما يخص منشأ كمون الراحة: منشأ كمون الراحة يتمثل في الفرق بين تركيز $[K^+]$ داخل وخارج الليف.

II - 1 - وجود آلية تعمل على إخراج الـ Na^+ عكس تدرج التركيز.

2 - نعم، نلاحظ ظهور الإشعاع خارج الليف في الوسط الفيزيولوجي وهذا النقل هو عكس تدرج التركيز.

3 - توقف تدفق الـ Na^+ نحو الخارج في 0^o م مما يدل على أن الطبيعة الكيميائية للعناصر المسؤولة عن إخراج الـ Na^+ عكس تدرج التركيز بروتينية.

4 - المعلومات الإضافية حول عمل العناصر السابقة تخرج الـ Na^+ عكس تدرج التركيز

- يتطلب طاقة على شكل ATP.

التعليل: - توقف الخروج بإضافة الـ DNP الذي يمنع تركيب الـ ATP.

- إستئناف الخروج بإضافة الـ ATP.
- إستئناف الخروج بغسل الوسط من الـ DNP.

- يتطلب وجود الـ K^+ في الوسط الخارجي.

التعليل: - توقف الخروج بغياب الـ K^+ في الوسط الخارجي.

- إستئناف الخروج باضافة K^+ للوسط الخارجي.

III - الرسم راجع إجابة التمرين (27)

- يعود كمون الراحة إلى التوزع المتباين للشوارد على جانبي الغشاء.
- تعمل البروتينات الغشائية على المحافظة على كمون الراحة، فرغم نفوذ شوارد الـ Na^+ والـ K^+ عبر قنوات الميز البروتينية (قنوات التسرب) حسب تدرج التركيز لايختل كمون الراحة بتواجد نوع آخر من البروتينات وهي المضخة التي تعمل بالنقل الفعال ويتلخص عملها كمايلي:
- تثبيت 3 شوارد Na^+ وتنقلها خارج الخلية وتثبيت 2 شاردة K^+ وتدخلها داخل الخلية باستهلاك الـ ATP.
- تسمح عمل المضخة بثبات كمون الراحة.

إجابة التمرين 48:

1 - البيانات: (1) حويصل مشبكي. (2) حيز مشبكي. (3) غشاء هيولي للعنصر القبل مشبكي. (4) غشاء هيولي للعنصر البعد مشبكي.

2 - أ - فرق الكمون على جانبي غشاء الخلية N = -70 mv

ب - الشكل أ : كمون عمل أحادي الطور قيمته 105 mv

الشكل ب: فرط إستقطاب قيمته 5 mv

الشكل جـ: إزالة الإستقطاب قيمته 10 mv.

جـ - المشبك بين A و N منشط

المشبك بين B وN مثبط (كابح)

د - شوارد الـ Ca^{++} المحقونة تعمل على طرح الحويصلات المشبكية لمحتواها في الحيز المشبكي والكمية المحقونة تتناسب طرديا مع كمية المبلغ العصبي المفرزة وهذه الأخيرة تحدد مدى الإستجابة في العنصر البعد مشبكي.

هـ - وصول موجة زوال الإستقطاب إلي نهاية العنصر القبل مشبكي ← فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية ← دخول شوارد الـ Ca^{++} إلى هيولي العنصر القبل مشبكي ← تحرير المبلغ العصبي في الحيز المشبكي ← تثبيت المبلغ العصبي على المستقبلات الغشائية الخاصة بها ← فتح القنوات المبوبة كيميائيا الدخول المكثف والسريع لشوارد الـ Na^+ ← تكوين كمون عمل بعد مشبكي.

إجابة التمرين 49:

أ - 1) 0 - 1,5 ملي ثانية: كمون الراحة

1,5 - 6 ملي ثانية: كمون العمل

2) زوال الإستقطاب: سببه الدخول السريع والمكثف لشوارد الـ Na^+

عودة الإستقطاب: سببه الخروج البطيء لشوارد الـ K^+ وبكميات أقل من الـ Na^+

3) هناك نوعان من القنوات المتعلقة بالفولطية أثناء كمون العمل.

- أولا تتدخل القنوات المتعلقة بالفولطية الخاصة بال Na^+.
- ثم تتدخل القنوات المتعلقة بالفولطية الخاصة بال K^+.

التعليل: يحدث تدفق لل Na^+ إلى داخل المحور ثم يتبع بخروج شوارد K^+ إلى خارج المحور.

ب - 1) في 1 ، 2 : إنفتاح قنوات الـ Na^+ المتعلقة بالفولطية مع بقاء قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية مغلقة، فدخول سريع ومكثف لـ Na^+ يسبب زوال وإنعكاس للإستقطاب.

2) في 2 ، 3: غلق قنوات الـ Na^+ المتعلقة بالفولطية وفتح قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية فخروج بطيء وبكميات أقل لـ K^+ يسبب عودة الإستقطاب.

الجـزء 3 ، 4 : فرط الإستقطاب بسبب إستمرارية خروج شوارد الـ K^+ لتأخر إنغلاق قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية.

3 - العودة إلى كمون الراحة سببها إلى التدخل السريع للمضخة.

ج - 1 - ش1 و ش2 دون عتبة التنبيه لذا لم نحصل على كمون عمل.

ش3 = عتبة التنبيه لذا حصلنا على كمون عمل.

ش4 رغم أنه أكبر من العتبة إلا أنه حصلنا على نفس كمون العمل المسجل بـ ش3

الإستنتاج: من شروط توليد كمون العمل أن يكون التنبيه شدته يساوي أو أكثر من عتبة التنبيه.

2 - تنتشر السيالة العصبية بتدخل القنوات المرتبطة بالفولطية (المبوبة كهربائيا) على طول المحور.

د - الرسم : راجع التمرين (27)

إجابة التمرين 50:

أ - 1 - البيانات: (1) حويصل مشبكي.(2) ميتوكوندري. (3) حيز مشبكي. (4) الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي. (5) عنصر قبل مشبكي (عصبون). (6) عنصر بعد مشبكي (عضلة).

2 - ظهور الإشعاع يدل على وجود المستقبلات الغشائية على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

3 - إن الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي يحوي مستقبلات للأستيل كولين هي مصدر كمون العمل في الخلية البعد مشبكية.

4 - سبب الشلل لتثبيت السم على مستقبلات الـ ACH ومنع هذا الأخير من التثبيت عليها فمنع إنتقال السيالة إلى العضلة فالشلل.

ب - تمركز الفلورة على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي دلالة على تثبيتها على مستقبلات الـ ACH وبذلك نتحقق من تواجد المستقبلات في الغشاء البعد مشبكي.

A - إن سعة التسجيل مرتبطة بشدة المنبه أو كمية الأستيل كولين المحقونة ← كلما زادت شدة التنبيه كلما زادت سعة التيارات وبما أن حقن الكميات المتزايدة من الـ ACH تؤدي إلى نفس النتيجة إذا: الـ ACH هو المتسبب في هذه التيارات على مستوى الغشاء البعد مشبكي.

B - تحليل النتائج: عند غياب الـ ACH ينعدم الإشعاع في الوسط أي عدم إنتقال شوارد الـ Na^+ إلى الخارج.

- بوجود الـ ACH ظهور الإشعاع في الوسط أي إنتقال شوارد الـ Na^+ إلى الخارج.

الإستنتاج: ظهور الإشعاع الناتج عن تدفق الـ Na^+ المشع يعود لتأثير حقن الأستيل كولين (ACH).

2 - النبضات (التيارات المسجلة) تعود لتواجد قنوات غشائية خاصة يتحكم في فتحها الـ ACH لتسمح بتدفق الشوارد عبرها.

1 - خمسة تحت وحدات بروتينية مركزهايشكل قناة.

2 - (1) و (2) موقعي تثبيت الـ ACH. (3) - قناة مركزية مغلقة.

3 - للأستيل كولين موقعي تثبيت على المستقبلات.

4 - α - (1) الأستيل كولين. (2) موقع تثبيت الـ ACH. (3) قناة مفتوحة. (4) حيز مشبكي. (5) هيولي العنصر البعد مشبكي. (6) طبقة مضاعفة من الفوسفوليبيد. (7) قناة Na^+ مغلقة.

β - تتواجد القنوات المرتبطة بالكيمياء على مستوى المشابك على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي، تفتح بتدخل المبلغ العصبي الكيميائي وهو المتحكم في إنفتاحها وذلك بعد تثبيت جزيئتين من الـ ACH على المواقع الخاصة بها ← فتح القناة ← دخول Na^+.

γ - لأن إنفتاحها مرتبط بتثبيت جزيئات كيميائية عليها.

هـ -

	القناة المتعلقة بالكيمياء	القناة المتعلقة بالفولطية
الموقع	الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي	الغشاء القبل والبعد مشبكي
المتحكم في إنفتاحها	تثبيت الأستيل كولين (ACH)	تغيير الكمون الغشائي

إجابة التمرين 51:

أ - تعريف المشبك: منطقة إتصال بين خليتين، خلية قبل مشبكية (خلية عصبية) وخلية بعد مشبكية بينهما شق مشبكي.

ب - α - 1 - التنبيـه (1) يؤدي إلى زوال إستقطاب (كمون تنبيهي) ينقل إلى الخلية البعد مشبكية.

التنبيه (2) يؤدي إلى فرط إستقطاب لايتولد كمون عمل بعد مشبكي.

الإستنتاج: وجود نوعين من المشابك: (1) تنبيهية. (2) تثبيطية.

2 - يسمى بكمون عمل بعد مشبكي تنبيهي PPSE لأنه يؤدي إلى توليد كمون عمل.

يسمى بكمون عمل بعد مشبكي تثبيطي PPSI لأنه لا يؤدي إلى توليد كمون عمل.

3 - المشبك (أ) مشبك تنبيهي.

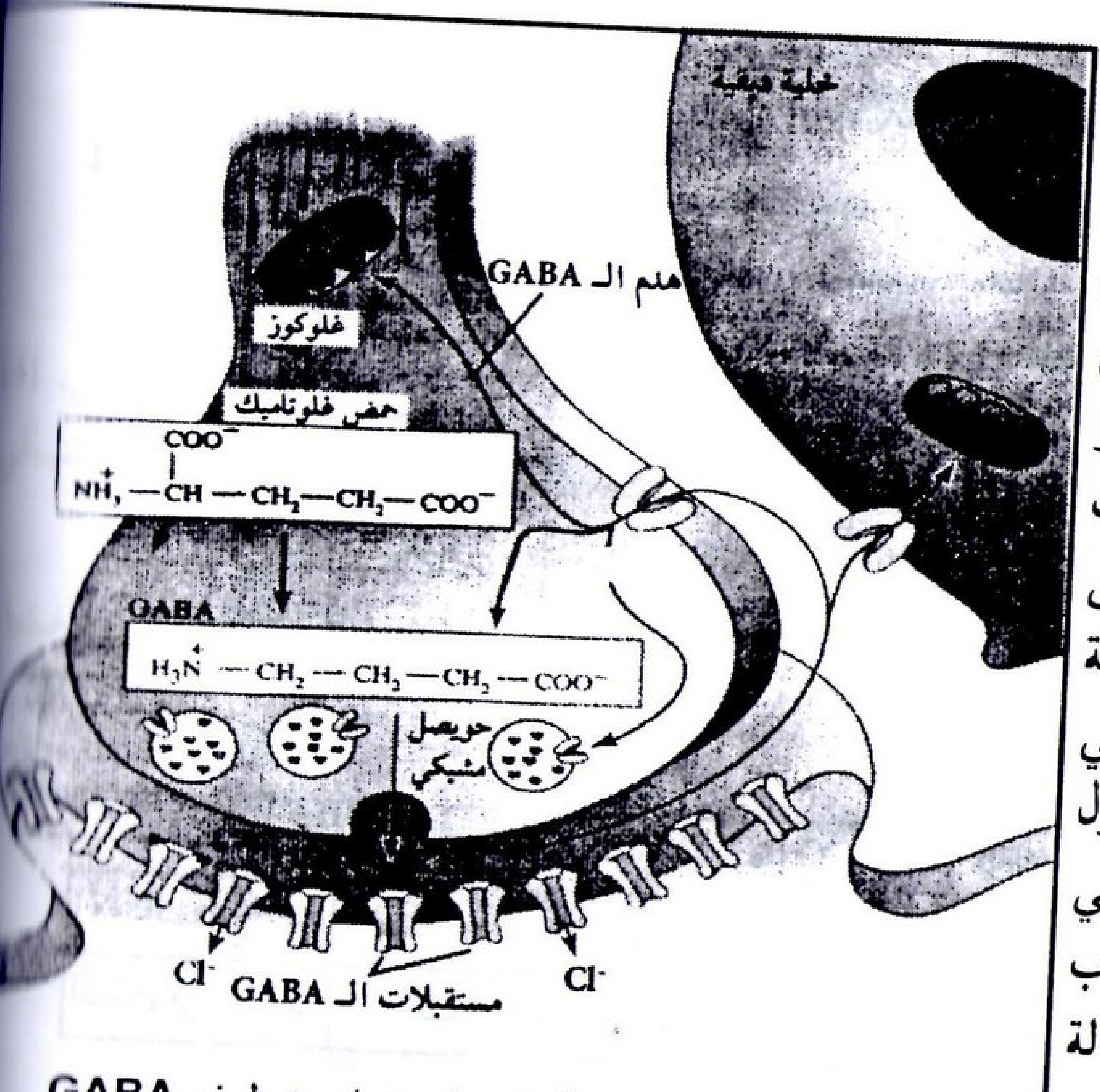
- المشبك (ب) مشبك تثبيطي.

β - 1 - GABA لم تؤثر على المشبك (أ) بل أثرت على المشبك (ب).

الإستنتاج: لكل مشبك من المشبكين السابقين مبلغ خاص به.

2 - التنبيه الفعال يسبب تحرير GABA وتناقص شوارد الـ Cl^- في الشق المشبكي للمشبك (ب).

3 - إن التنبيـه الفعـال يسبب في إفراز الـ GABA من قبل العنصر القبل مشبكي في الحيز المشبكي فتتثبت GABA على الجزيئات البروتينية الغشائية مسببة في فتح القنوات فدخول الـ Cl^- مسببة في فرط الإستقطاب فعدم إنتشار السيالة العصبية.



رسم تخطيطي وظيفي لآلية عمل مشبك مثبط ذو GABA

جـ - 1 - الشكل (أ): - ثلاث كمونات عمل إثنتان تنبيهية وواحدة تثبيطية.

الشكل (ب): - ثلاث كمونات عمل تنبيهية.

2 - مصدر الكمونين 1 و 2 المسجلين في المحورين هو دمج الكمونات الثلاث التي وصلت الخلية في نفس الوقت (المجموع الجبري للكمونات المنشطة والمثبطة الواردة) في كلا الشكلين.

3 - الإختلاف في التجمع الزمني والتجمع الفضائي: بدمج العصبون بعد مشبكي مختلف كمونات عمل قبل مشبكية وذلك بعملية تجميع قد يكون:

- تجميع فضائي: إذا كانت كمونات العمل القبل مشبكية مصدرها مجموعة من النهايات العصبية والتي تصل في الوقت نفسه لمشابك العصبون بعد مشبكي.
- تجميع زماني: إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف القبل مشبكي.

إجابة التمرين 52:

1 - من التجربة أ: إنتقال السيالة العصبية من العصب إلى العضلة أي هناك نقل مشبكي.

من التجربة ب: بما أنه تشكلت سيالة عصبية على مستوى العصب بعد التنبيه الفعال إذا الكورار لم يؤثر على العصب.

من التجربة جـ: بما أنه سجلنا كمون عمل على مستوى العصب بعد التنبيه الفعال ولم يحدث تقلص للعضلة إذا لم يحدث نقل مشبكي لذا فالكورار منع إنتقال السيالة العصبية من العصب إلى العضلة (عدم حدوث نقل مشبكي).

من التجربة د: بعد التنبيه المباشر للعضلة وهي في الكورار وحدوث تقلص عضلي لذا فالكورار لايؤثر على العضلة.

إذا مستوى تأثير الكورار كان على مستوى المشبك العصبي العضلي.

2 - الفرضية: إن بنية الكورار تشبه بنية المبلغ العصبي وهنا هو الأستيل كولين، فتتثبت جزيئات الكورار على مستقبلات نوعية خاصة بالأستيل كولين وهي موجودة في الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي مانعة الأستيل كولين من التثبت عليها فلا يتكون كمون عمل بعد مشبكي.

إجابة التمرين 53:

1 ـ نلاحظ من المنحنى أن سعة كمون العمل تنخفض عند إنخفاض تركيز شوارد الـ Na^{+} في الوسط الخارجي.

ـ إذا تدفق شـوارد الـ Na^{+} هي المسؤولة عن نشوء كمون العمل أي سعة زوال الإستقطاب.

2 ـ زوال وانعكاس الإستقطاب يوافق النفاذية السريعة والمكثفة لشوارد الـ Na^{+}

ـ عودة الإستقطاب يوافق النفاذية البطيئة وبكميات أقل لشوارد الـ K^{+}.

ـ فرط الإستقطاب يوافق إستمرارية نفاذية شوارد الـ K^{+}.

3 ـ القنوات المتعلقة بالفولطية هي المسؤولة عن زوال وانعكاس وعودة الإستقطاب حيث:

ـ القنوات الفولطية لـ Na^{+} مسؤولة عن زوال وانعكاس الإستقطاب.

ـ القنوات الفولطية لـ K^{+} مسؤولة عن عودة وفرط الإستقطاب.

4 ـ إن التنبيه الفعال يعمل على فتح قنوات Na^{+} المتعلقة بالفولطية: خروج سريع ومكثف لشوارد الـ Na^{+} يسبب في زوال وانعكاس الإستقطاب (الشكل 2).

غلق قنوات Na^{+} المتعلقة بالفولطية وفتح قنوات الـ K^{+} المتعلقة بالفولطية الخروج البطيء (فترة زمنية أطول) وبكميات أقل يتسبب في عودة الإستقطاب (الشكل 3).

ـ إستمرارية فتح قنوات K^{+} المتعلقة بالفولطية (تأخر إنغلاقها) يؤدي إلى إستمرارية خروج K^{+} مسببة في فرط الإستقطاب (الشكل 4).

ـ العودة إلى كمون الراحة يتمثل في غلق قنوات الـ K^{+} إضافة لقنوات Na^{+} وعمل المضخة السريع مسببة في عودة فرق تركيز الشاردتين Na^{+} و K^{+} إلى ما كان عليه قبل التنبيه (الشكل 1) ومنه العودة إلى كمون الراحة (الشكل 5) لكي يتمكن الليف من إكتساب قدرته على التنبيه ثانية.